

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA ELECTRÓNICA E INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO PARA LA
EMPRESA OCRIMAG USANDO CARACTERÍSTICAS CLOUD
CONTROLADO REMOTAMENTE MEDIANTE REDES MÓVILES**

**AUTORES:
KATHERINE ANDREA AGUIRRE JIMÉNEZ
GANDHI JONATHAN JÁTIVA TAPIA**

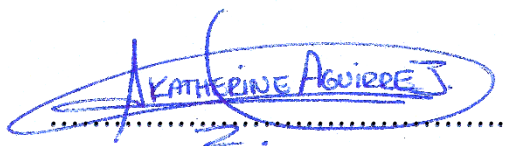
**TUTOR:
LENIN WLADIMIR AUCATOMA GUAMÁN**

Quito, enero del 2019

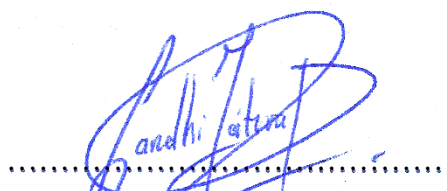
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Katherine Andrea Aguirre Jiménez y Gandhi Jonathan Játiva Tapia, con documentos de identificación N° 1725603961 y N° 1726562703, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO PARA LA EMPRESA OCRIMAG USANDO CARACTERÍSTICAS CLOUD CONTROLADO REMOTAMENTE MEDIANTE REDES MÓVILES”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Electrónica e Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Katherine Andrea Aguirre Jiménez
C.I.: 1725603961



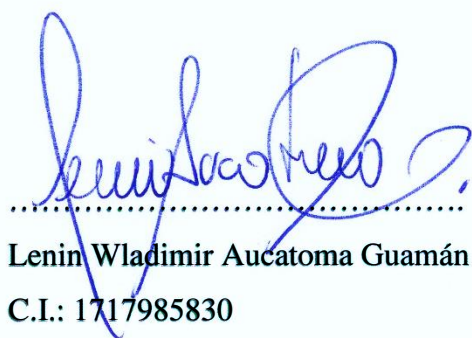
Gandhi Jonathan Játiva Tapia
C.I.: 1726562703

Quito, enero 2019.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO PARA LA EMPRESA OCRIMAG USANDO CARACTERÍSTICAS CLOUD CONTROLADO REMOTAMENTE MEDIANTE REDES MÓVILES”, realizado por Katherine Andrea Aguirre Jiménez y Gandhi Jonathan Játiva Tapia, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, enero 2019.



.....
Lenin Wladimir Aucatoma Guamán
C.I.: 1717985830

DEDICATORIA

“Llevo conmigo el amor de mi madre, el esfuerzo de mi padre y la compañía de mi hermana”. Dedico a Dios y a la Virgen María, por saberme guiar en cada paso de mi vida y a mi amada madre y hermana por ser mi pilar y el empuje fundamental para poder acabar este logro, ya que sin su apoyo no hubiera culminado mis estudios. A mi madre, que a pesar de mis tropiezos supo depositar su confianza en mí y darme el aliento necesario para encontrar mi profesión. Sin falta, muestro gratitud a mi padre por su ayuda económica.

Katherine Aguirre

Este logro lo dedico con fervor a mi familia, el esfuerzo y sacrificio realizado en este camino hizo fomentar confianza y respeto, a mis padres que supieron encaminar mis deseos de crecer como persona y profesional.

Gandhi Játiva

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mamá y a papá por el apoyo brindado y a las personas que me ayudaron para culminar esta etapa ya que este logro no es solo mío sino también de ellos por tener puesta su confianza en mí, a mi compañero de tesis ya que de las personas que menos se espera es de quien más se recibe.

Katherine Aguirre

Gracias a mi familia, a mis abuelos que siempre estuvieron orgullosos de alguna manera, que fueron fuente de empuje para seguir en la lucha, manteniendo valores y humildad. También a Katherine y su familia que son una bendición y sin dudar me brindaron su acogida y ayuda en todo momento. Agradezco a Dios, que supo poner personas y amigos que fueron de gran inspiración para subir cada escalón durante la carrera.

Gandhi Játiva

A Lenin, por quien sentimos un mutuo agradecimiento ya que nos supo brindar su apoyo desde un inicio, quien a más de ser un guía supo ser un amigo comprensivo y exigente a la vez, buscando de nuestra parte obtener los mejores resultados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO 1.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Problema de estudio	1
1.3 Justificación del proyecto	2
1.4 Propuesta de solución	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Metodología.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
MARCO CONCEPTUAL	5
2.1 Inmótica.....	5
2.1.1 Confort	5
2.1.2 Seguridad	5
2.1.3 Gestión energética.....	5

2.2	Componentes de las instalaciones inmóticas.....	6
2.2.1	Sensores	6
2.2.2	Actuadores.....	6
2.2.3	Equipos de control.....	6
2.3	Modelos de servicio cloud.....	7
2.3.1	SaaS (Software as a Service).....	7
2.3.2	PaaS (Platform as a Service)	7
2.3.3	IaaS (Infrastructure as a Service)	7
2.4	Control basado en eventos.....	8
2.5	Sistema embebido.....	8
2.5.1	Raspberry Pi y Arduino.....	9
2.6	RASPBERRY PI 3 B+	9
2.6.1	Entradas y Salidas de propósito general “GPIO”	10
2.6.2	Lecturas analógicas	11
2.7	Descripción de la empresa ocrimag.....	12
2.8	Konnex (KNX)	13
2.8.1	Generalidades del Sistema KNX.....	13
2.8.2	Diferencias entre un sistema convencional y un sistema KNX-EIB....	14
2.8.3	Tipos de configuración KNX	14
2.8.4	Dirección física	15
2.8.5	Dirección lógica	15
CAPÍTULO 3.....		16
TECHNICAL SITE SURVEY (TSS) Y DISEÑO PROPUESTO		16
3.1	Estado inicial del sitio	16
3.1.1	Plano general de recursos.....	17
3.1.2	Elementos existentes	17
3.1.3	Habitación 1	18

3.1.4	Habitación 2	19
3.1.5	Habitación 3	20
3.1.6	Habitación 4	21
3.2	Variables iniciales de confort y energética.....	22
3.2.1	Luminosidad.....	22
3.2.2	Temperatura	23
3.2.3	Consumo eléctrico.....	24
3.2.4	Seguridad	26
3.3	Propuesta del diseño	27
3.3.1	Cloud computing.....	27
3.3.2	Estructural organizativa	27
3.3.3	Seguridad	29
3.3.4	Confort	30
3.3.5	Eléctrico	31
CAPÍTULO 4.....		33
IMPLEMENTACIÓN		33
4.1	Cloud computing saas	33
4.2	Instalación del sistema operativo rasbian	35
4.3	Configuración del servidor web en la Raspberry Pi.....	35
4.4	Desarrollo de la gestión energética.....	37
4.4.1	Control on-off	37
4.4.2	Funcionamiento del circuito detector de voltaje sin contacto “NCV”. ..	38
4.4.3	Consumo energético.....	39
4.4.4	Dimmer	40
4.5	Sistema de confort	41
4.5.1	Control de temperatura basado en eventos	42
4.6	Desarrollo de la seguridad	45

4.6.1	Sensores magnéticos	45
4.6.2	Cámara de seguridad	46
4.7	Diseño de la página web	47
4.7.1	Temperatura	47
4.7.2	Seguridad	48
4.7.3	Cámara	48
4.7.4	Luminarias.....	48
4.7.5	Consumo Energético	49
CONCLUSIONES		50
RECOMENDACIONES		52
BIBLIOGRAFÍA		53
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Servicios cloud.....	8
Figura 2.2 Sistema embebido	9
Figura 2.3 Raspberry Pi & Arduino	9
Figura 2.4 GPIO de la Raspberry Pi 3 B+.....	10
Figura 2.5 MCP3008.....	11
Figura 2.6 Logotipo empresa OCRIMAG	12
Figura 2.7 KNX.....	13
Figura 3.1 Dirección de la empresa OCRIMAG.....	16
Figura 3.2 Esquema general de la oficina	17
Figura 3.3 Plano eléctrico habitación 1	18
Figura 3.4 Plano eléctrico habitación 2.....	19
Figura 3.5 Plano eléctrico habitación 3.....	20
Figura 3.6 Plano eléctrico habitación 4.....	21
Figura 3.7 Distribución de luminarias de la oficina.....	23
Figura 3.8 Consumo Eléctrico de la oficina.....	24
Figura 3.9 Distribución de elementos de seguridad.	26
Figura 3.10 Diseño del área utilizando estructura KNX	27
Figura 3.11 Diseño de seguridad.....	29
Figura 3.12 Diseño de confort.....	31
Figura 3.13 Diseño de gestión energética	32
Figura 4.1 Software como servicio	34
Figura 4.2 Componentes de la Raspberry Pi 3	35
Figura 4.3 Puerto SPI.....	36
Figura 4.4 Diagrama de flujo del control on-off	37
Figura 4.5 Diagrama de control on-off	37
Figura 4.6 Diagrama de flujo del circuito NCV	38
Figura 4.7 Circuito NCV	38
Figura 4.8 Diagrama de flujo para el consumo energético	39
Figura 4.9 Datos en Excel del consumo de energía	40
Figura 4.10 Diagrama de flujo del dimmer.....	40
Figura 4.11 Circuito Dimmer.....	41
Figura 4.12 Dispositivos y elementos de confort a implementarse	42

Figura 4.13 Control de temperatura	43
Figura 4.14 Diagrama de flujo para la temperatura	43
Figura 4.15 Circuito control de temperatura	44
Figura 4.16 Dispositivos y elementos de seguridad a implementarse	45
Figura 4.17 Sensor MC-38.....	46
Figura 4.18 Diagrama de flujo para la seguridad	46
Figura 4.19 Cámara 3S N9073.....	46
Figura 4.20 Diseño página web.....	47
Figura 4.21 Menú de temperatura	47
Figura 4.22 Menú de seguridad.....	48
Figura 4.23 Página de la cámara.	48
Figura 4.24 Menú de luminarias	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Especificaciones de la Raspberry Pi 3 B+	10
Tabla 2.2 Velocidad de muestreo.....	11
Tabla 2.3 Distribución pines MCP3008 y RPI.....	12
Tabla 2.4 Características KNX	13
Tabla 2.5 Instalación convencional vs instalación KNX-EIB	14
Tabla 2.6 Dirección física del protocolo KNX	15
Tabla 2.7 Formato de la dirección.....	15
Tabla 3.1 Coordenadas geográficas	16
Tabla 3.2 Elementos iniciales habitación 1	18
Tabla 3.3 Elementos iniciales habitación 2.....	19
Tabla 3.4 Elementos iniciales habitación 3.....	20
Tabla 3.5 Elementos iniciales habitación 4.....	21
Tabla 3.6 Mediciones iniciales de luminosidad.	22
Tabla 3.7 Marca y modelo de las luminarias	23
Tabla 3.8 Niveles de temperatura.	24
Tabla 3.9 Carga estimada.....	25
Tabla 3.10 Seguridad inicial.	26
Tabla 3.11 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 1	28
Tabla 3.12 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 2	28
Tabla 3.13 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 3	28
Tabla 3.14 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 4	29
Tabla 3.15 Elementos de seguridad	30
Tabla 3.16 Elementos y dispositivos de confort	31
Tabla 3.17 Elementos de luminosidad	32

RESUMEN

En vista de que existen problemas de alto costo dentro del mercado en los sistemas domóticos e inmóticos, se desarrolló un sistema de bajo costo con una tarjeta controladora cuyo hardware y software libre de código abierto, se pueda adaptar a un sistema de control y automatizado para viviendas u oficinas.

Consecuentemente, el proyecto se dio a cabo en la empresa publicitaria OCRIMAG, la misma que se vio interesada y que se beneficiaría posteriormente, permitió el desarrollo del sistema inmótico, para lo cual se realizó un control basado en eventos para cada una de las necesidades que tiene la empresa; además se examinó el estudio inicial de la empresa y de acuerdo a las necesidades faltantes se procedió a realizar la propuesta del diseño de la plataforma inmótica utilizando una tarjeta Raspberry Pi3. Una vez planteada la propuesta que se basa en la estructura organizativa KNX (KNX se deriva de KONNEX, que es un protocolo de comunicaciones destinado a la domótica) que permite identificar fácilmente la ubicación de cada uno de los dispositivos implementados en la oficina, se procedió al desarrollo del diseño de la gestión energética, seguridad y confort. Como la empresa estuvo complacida con el diseño propuesto se procedió al desarrollo del hardware necesario para la implementación. Cumpliendo con uno de los objetivos principales, se realizó la interfaz o la página web que se aloja en el servidor instalado en la Raspberry Pi3 para que el cliente final pueda acceder a este remotamente desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Cabe recalcar que el accionamiento de los dispositivos se puede realizar física y remotamente.

ABSTRACT

Due to the fact that there are high cost problems within the market in domotic and inmotoc systems, can be used a low cost system with a controller card whose hardware and software is free and open-source, can be adapted to a control system and automated for homes or offices.

Consequently, the project was carried out in the advertising company OCRIMAG, the same one that was interested and that would benefit later, allowed the development of the inmotoc system, for which an event-based control was carried out for each of the needs that has the company, also the initial study of the company was examined and according to the needs left we proceeded to make the proposal of the design of the inmotoc platform using a Raspberry Pi3 card. Once the proposal based on the KNX organizational structure that allows easily identifying the location of each of the devices implemented in the office, was developed the design of energy management, safety and comfort. The company satisfied and in accordance with the proposed design was developed the necessary hardware to be able to implement. Accomplish one of the main objectives, the interface or web page that is hosted on the server installed on the Raspberry Pi3 was made so that the final customer can access this remotely from any device with Internet access. It should be noted that the operation of the devices can be done physically and remotely.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objeto principal el diseño y la implementación parcial de un sistema inmótico para la empresa publicitaria Ocrimag, satisfaciendo las necesidades de confort y seguridad mediante la gestión remota con características cloud.

Primer Capítulo, se detalla el alcance del sistema inmótico a través de los objetivos planteados que se desarrolló para las instalaciones de la empresa, además, se describe el planteamiento del problema, el problema de estudio, justificación del proyecto y la propuesta de solución.

Segundo Capítulo, se toma en consideración los conceptos y características que implica desarrollar un sistema inmótico, tanto en hardware como en software para el sistema embebido que se adapte a los objetivos señalados.

Tercer Capítulo, se estudia el estado inicial del sitio, las características iniciales de trabajo, y la propuesta del diseño que se ajustan a las necesidades óptimas en las áreas de trabajo para un control automático o remoto de luminosidad, temperatura, seguridad y gestión energética.

Cuarto Capítulo, se realiza la implementación parcial cumpliendo con el porcentaje establecido para el proyecto, además el desarrollo de las placas de control para la plataforma inmótica.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

Los problemas aplicados a la Inmótica son referentes a los altos costos que implica realizar el análisis y diseño de un sistema de control y automatización aplicando protocolos de propietarios, es decir, de uso exclusivo del fabricante, que va desde los controladores hasta sensores y actuadores de un mismo proveedor, sin la opción de adaptar equipos de otros fabricantes provocando un incremento en el costo inicial del sistema inmótico. Debido a problemas de incompatibilidad de protocolos, especialmente al adaptar hardware y software libre con los sistemas inmóticos de grandes marcas reconocidas en el mercado.

La empresa OCRIMAG desea resolver problemas de seguridad, confort y gestión energética con tecnologías de bajo costo realizando un sistema de monitoreo tanto local como remoto. Por lo que se desea implementar una tarjeta de software libre que posee código abierto permitiendo al conjunto de componentes del sistema inmótico se adapte a las necesidades de la empresa, mejorando la calidad de prácticas laborales, utilizando características cloud que proporciona al usuario acceder, controlar y monitorear remotamente en tiempo real al sistema inmótico.

1.2 Problema de estudio

Uno de los problemas aplicados a la inmótica es el alto costo que implica desarrollar sistemas de control y automatización con protocolos propios y de uso exclusivo de las grandes marcas y fabricantes, por ejemplo: Honeywell, Schneider Electric, ABB, Apple, entre otros; lo que adicionalmente conlleva a que los servicios de mantenimiento y de valor agregado, incidan en un incremento en el costo inicial del sistema inmótico.

Lo expuesto anteriormente conlleva a que exista un problema al momento de adaptar un nuevo hardware y software a los sistemas inmóticos de las grandes marcas. Esto debido a problemas de compatibilidad de protocolos, especialmente cuando se trabaja con hardware y software abierto.

La empresa OCRIMAG, cuya labor se enmarca en actividades de diseño gráfico, publicidad, comunicación visual y centro de copiado, está en la búsqueda de implementar nuevas tecnologías de bajo costo que ayuden a resolver problemas de seguridad, confort y gestión energética.

Para satisfacer lo anterior, la empresa OCRIMAG ha considerado a la inmótica como herramienta tecnológica de vanguardia para resolver sus necesidades en estas tres aristas mencionadas, sin embargo, esta búsqueda necesita satisfacer estas necesidades considerando niveles de inversión bajos, con soluciones técnicas viables y escalabilidad del sistema para el futuro.

1.3 Justificación del proyecto

La empresa OCRIMAG está en la búsqueda de mejorar los ambientes donde desarrolla sus actividades, considerando características de confort y seguridad. La empresa busca resolver esta necesidad con el uso de tecnologías de vanguardia pero que sean de bajo costo por temas propios de presupuesto. Bajo estas condiciones, la empresa se ha propuesto implementar un sistema inmótico en su totalidad, considerando características de gestión energética, seguridad y confort, con características cloud y gestión remota.

Con la implementación de este sistema, la empresa busca mejorar las condiciones de trabajo de sus empleados, además de garantizar condiciones de seguridad y tratar de mejorar los procesos con respecto al uso de sus recursos, específicamente el recurso energético.

Bajo esta necesidad, y con las condiciones presupuestarias para la ejecución del proyecto, los elementos de hardware y software libre se convierten en ejes fundamentales para el desarrollo de la solución inmótica. El uso de estos elementos hace posible una adaptación más detallada para cumplir las necesidades de la empresa, además, una vez implementado el prototipo inicial, el costo de mantenimiento, operación, escalabilidad y valor agregado al mismo no implica una inversión tan grande comparada con las marcas tradicionales en este mercado.

Por último, la inclusión de tecnología que permita una gestión local y remota del sistema inmótico, abre la ventana a varios procesos de vanguardia, que le permitirán a la empresa competir con mejores y mayores herramientas en el mercado.

1.4 Propuesta de solución

Para mejorar las condiciones de confort, gestión energética y seguridad, se ha planteado el desarrollo de un sistema inmótico usando componentes de hardware y software libre. Este sistema contará con un bloque central al cual se conectarán ya sea de forma alámbrica o inalámbrica los diferentes dispositivos del sistema inmótico. Este bloque centralizador se lo desarrollará usando sistemas embebidos (ej.: Raspberry Pi o Arduino), dependiendo de las necesidades y capacidades del sistema desarrollado.

A este sistema se le agregará la capacidad de procesar los datos usando características *cloud*, incluyendo un control basado en eventos ya que es una alternativa muy prometedora particularmente cuando se consideran sistemas con capacidades reducidas de computación y recursos de comunicación como es el ancho de banda.

Por último, se incluirán procesos técnicos de gestión local y remota del sistema, para que, a través de internet, y mediante el uso de dispositivos móviles, se pueda acceder a las diferentes soluciones que presenta el sistema inmótico implementado.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema inmótico, con características *cloud* y gestión remota para la empresa OCRIMAG, con el fin de satisfacer necesidades de seguridad, confort y comunicación

1.5.2 Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte respecto a temas de inmótica, control basado en eventos y gestión remota para identificar las capacidades técnicas que se necesitarán para el desarrollo del sistema inmótico.
- Diseñar una plataforma inmótica total con el uso de hardware y software libre para entregar servicios de seguridad, confort y comunicación remota.

- Implementar en un 30% el diseño de cada uno de los componentes de la plataforma inmótica, considerando satisfacer las necesidades de confort, seguridad y gestión energética que tiene la empresa.
- Efectuar operaciones de control basado en eventos para automatizar los diferentes procesos considerados dentro del sistema inmótico en el espacio donde se realizará la implementación.
- Realizar pruebas de inicio de operación y de satisfacción del usuario para verificar el funcionamiento del sistema inmótico, sistema de control basado en eventos y gestión remota.

1.6 Metodología

Para la implementación del proyecto se utilizará el método deductivo que consiste en partir de la revisión del estado del arte de los sistemas inmóticos, revisión de necesidades macro de la empresa, para de esta forma adaptar todas estas generalidades a puntos específicos dentro del desarrollo del proyecto.

Realizar un TSS (Technical Site Survey) del espacio físico donde se diseñará e implementará parcialmente el sistema. Este TSS debe considerar todas las especificaciones de infraestructura y de red necesarias para desarrollar el sistema inmótico. Con los datos del TSS se realizará el diseño del sistema inmótico, añadiendo características de automatización y control de los elementos constitutivos del sistema. Se realizará una implementación del sistema inmótico, buscando satisfacer las necesidades de seguridad y confort que tiene la empresa OCRIMAG.

Con la implementación parcial del sistema, se añadirá características *cloud* para que se pueda realizar gestión remota de procesos implicados dentro del sistema inmótico. Una vez que el sistema entre en operación, se realizarán pruebas denominadas de inicio de operación de todos los bloques constitutivos del sistema inmótico, para de esta forma garantizar operación inicial y garantizando el servicio a la empresa.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

2.1 Inmótica

Puesto que en Ecuador no existe una norma y/o certificación de instalaciones domóticas e inmóticas nos basamos en la normativa española regulada por La Asociación de Domótica e Inmótica CEDOM que define a la inmótica como “El conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema”. (CEDOM, 2018)

Agregando a lo mencionado anteriormente, si se pretende automatizar un edificio, bloques de oficina, universidades, residencias, hoteles debe utilizarse el término inmótica, que hace referencia a los edificios inteligentes. (Fernandez, 2012)

Dentro de la inmótica se basa en tres aspectos más relevantes que son:

2.1.1 Confort

El confort se basa en mantener un ambiente agradable en el lugar de trabajo permitiendo al individuo aumentar su conformidad a la hora de realizar sus actividades dentro de la empresa. (Jiménez, 2015)

2.1.2 Seguridad

Respecto a este punto se pretende desarrollar un control local y remoto de los elementos de seguridad del inmueble, permitiendo enviar señales de emergencias al usuario y/o al centro receptor de alarmas que se haya provisionado en este servicio. Donde el acceso del control debe ser manipulado únicamente por el administrador o la empresa. (Gallardo, 2013)

2.1.3 Gestión energética

La gestión energética es un procedimiento de control y ahorro del consumo de energía, con la finalidad de obtener mayor rendimiento sin disminuir el nivel de prestaciones.

Permitiendo detectar y corregir las ineficiencias en los distintos equipos, y así disminuir costos. (Aranda, Barrio, Garcia, & Alcalde, 2014)

2.2 Componentes de las instalaciones inmóticas

Si se desea llevar a cabo la automatización de una oficina es preciso utilizar determinados componentes, que llevarán información de manera de señales eléctricas.

Las instalaciones inmóticas están conformadas de los siguientes componentes:

2.2.1 Sensores

Son los dispositivos que se encargan de medir magnitudes físicas externas para convertirlas y enviar la información en forma de señales eléctricas al resto del sistema inmótico. Actualmente, existen una gran diversidad de tipos de sensores, dependiendo del tipo de magnitud física que son capaces de medir, por ejemplo: pulsador, termostato, sensor de luminosidad, sensor de movimiento, sensor de viento, caudalímetro, entre otros. (Rodríguez, 2012)

2.2.2 Actuadores

Un actuador se encarga de ejecutar alguna acción de control de un elemento determinado previamente por el sistema, es un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad, o estado de algún tipo sobre un mecanismo. (Corona, Abarca, & Carreño, 2014)

2.2.3 Equipos de control

En determinados sistemas inmóticos, los sensores y los actuadores poseen un grado de inteligencia, debido a que sus microprocesadores pueden recibir señales y compartir información entre ellos mismos.

Sin embargo, en caso que los sensores y actuadores no contengan un microprocesador propio, es decir, no tienen inteligencia, el sistema inmótico necesita otro elemento que se encargue de recibir, procesar y enviar las señales de los sensores hacia los actuadores, a esto se lo conoce como un equipo de control o controlador. (Rodríguez, 2012)

2.3 Modelos de servicio cloud

Las funciones más comunes de los servicios *cloud* son los siguientes: el almacenamiento de datos, aplicaciones de software, procesamiento remoto de datos, repositorio de contenido, entornos colaborativos y hosting (alojamiento), entre otros. (Lombardero, 2015)

2.3.1 SaaS (Software as a Service)

En el servicio como software el usuario accede a la aplicación por medio del navegador donde se aloja en un servidor, es lo que la mayoría usa actualmente y que se lo conoce como cloud, donde el beneficiario final puede pagar un contrato por el uso del software, o bien se lo puede facilitar de forma gratuita. En este servicio no es necesario adquirir el software, instalarlo, mantenerlo ni mucho menos configurarlo. (Ainoa, 2017)

2.3.2 PaaS (Platform as a Service)

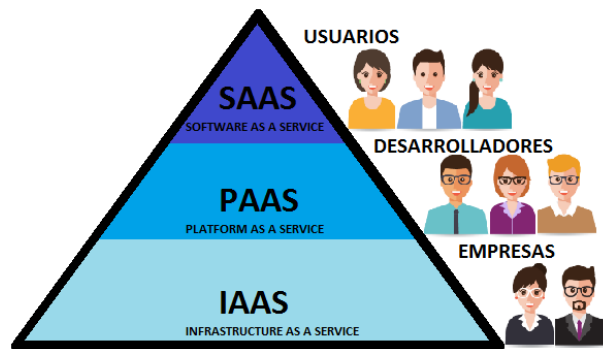
PaaS usa una plataforma donde el usuario desarrolla sus propias aplicaciones de servicio. (Lombardero, 2015)

La plataforma como servicio va por encima del SaaS, ya que éste permite dar una asistencia de configuración. El proveedor PaaS da acceso a los usuarios para operar aplicaciones a través del internet, manipulando los componentes que se requieran desarrollar. (Nguyen, 2018)

2.3.3 IaaS (Infrastructure as a Service)

Dentro del IaaS se ubican las empresas que permiten disponer de una infraestructura en la nube para poner en marcha máquinas virtuales, permitiendo elegir el software que desean incorporar creando un servicio específico de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) sin la necesidad de adquirir los equipos. (Lombardero, 2015)

Figura 2.1 Servicios cloud



Clasificación de servicios cloud, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

2.4 Control basado en eventos

El sistema de control basado en eventos permite a la variable ser determinada por el sistema, que indica cuando se ejecuta la siguiente acción de control debido al cambio de magnitud comparada con un valor de setpoint. (Pawlowski, Guzman, Rodríguez, & Berenguel, 2013)

Al ser un control basado en eventos se define cuando el lazo de realimentación está cerrado solo si un evento indica que el error excede de un límite tolerable y desencadena una transmisión de datos desde los sensores hacia los controladores y los actuadores. Por lo tanto, este tipo de control es un método importante para la reducción de la carga de comunicación de una red digital. (Pillajo, 2017)

2.5 Sistema embebido

Un sistema embebido es un sistema informático que se integra como parte de un conjunto más grande, basándose en la composición de software y mecanismos de hardware permitiendo construir una máquina computacional que realizará una función específica, a diferencia de los sistemas de escritorio que están diseñados para realizar funciones más generales.

Una parte del hardware del sistema embebido proporciona el rendimiento necesario para la aplicación, mientras que el software proporciona la mayoría de las funciones y la versatilidad del sistema. (Oshana & Kraeling, 2013)

Los componentes de un sistema embebido se pueden observar en la Figura 2.2

Figura 2.2 Sistema embebido



Componentes básicos de un Sistema Embebido, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

2.5.1 Raspberry Pi y Arduino

Actualmente se han diseñado e implementado placas y dispositivos para el aprendizaje y el desarrollo de proyectos, entre estas tenemos a Raspberry Pi y Arduino. Estas dos plataformas pueden controlar entradas y salidas periféricas teniendo algunas diferencias, siendo que con Arduino es posible resolver circuitos de automatización, control y robótica, se escoge como mejor opción a Raspberry Pi por ser más versátil, ya que lleva a cabo una tarjeta madre de menor tamaño, además Raspberry Pi utiliza el concepto de *open source*, lo que garantiza trabajar con software libre, logrando encontrar información útil disponible de forma gratuita en internet.

En síntesis, se puede decir que se permite integrar multimedia o una interfaz amigable al control de elementos externos, mientras que sus entradas y salidas posibilitan la comunicación de datos e información. (USERS, 2014)

Figura 2.3 Raspberry Pi & Arduino



Placas controladoras de Open Source, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

2.6 RASPBERRY PI 3 B+

Raspberry Pi 3 Model B+ es el último producto de la gama Raspberry Pi. En la Tabla 2.1 se detallan las especificaciones técnicas que posee esta tarjeta. (Raspberry, 2016)

Tabla 2.1 Especificaciones de la Raspberry Pi 3 B+

Procesador	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memoria	1GB LPDDR2 SDRAM
Conectividad	2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac Wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE Gigabit Ethernet (Máximo rendimiento 300Mbps) 4 × USB 2.0 ports
Acceso	GPIO de 40 pines
Video y Sonido	1 × HDMI de tamaño completo Puerto de visualización MIPI DSI Puerto de cámara MIPI CSI Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto
Multimedia	H.264, MPEG-4 (1080p30) OpenGL ES 1.1, 2.0 gráficos
Soporte Tarjeta SD	Formato Micro SD para cargar el sistema operativo y almacenamiento de datos
Fuente de poder	5V / 2.5A DC a través del conector micro USB 5V DC a través del encabezado GPIO Poder sobre Ethernet (PoE)

Especificaciones técnicas de la tarjeta Raspberry Pi, Fuente: (Raspberry, 2016)

2.6.1 Entradas y Salidas de propósito general “GPIO”

Posee un encabezado GPIO de 40 pines, los cuales se detallan en la Figura 2.4 la cual indica: 26 pines GPIO, 2 pines de 5V, 2 pines a 3.3V, 8 pines GND y 2 pines reservados correspondientes a la memoria EEPROM. (Caiza & García, 2017)

Figura 2.4 GPIO de la Raspberry Pi 3 B+

Alternate Function	BCM Name	Physical Pin#	Physical Pin#	BCM Name	Alternate Function
Power	3.3v	01	02	5v	Power
I²C, SDA1	GPIO02	03	04	5v	Power
I²C, SCL1	GPIO03	07	06	GROUND	
	GPIO04	07	08	GPIO14	UART0 TX
	GROUND	09	10	GPIO15	UART0 RX
	GPIO17	11	12	GPIO18	
	GPIO27	13	14	GROUND	
	GPIO22	15	16	GPIO23	
Power	3.3v	17	18	GPIO24	
SPI0 MOSI	GPIO10	19	20	GROUND	
SPI0 MISO	GPIO09	21	22	GPIO25	
SPI0 SCLK	GPIO11	23	24	GPIO08	SPI0 CS0
	GROUND	25	26	GPIO07	SPI0 CS1
I²C, ID EEPROM	ID_SD	27	28	ID_SC	I²C, ID EEPROM
	GPIO05	29	30	GROUND	
	GPIO06	31	32	GPIO12	
	GPIO13	33	34	GROUND	
SPI1 MISO	GPIO19	35	36	GPIO16	SPI1 CS0
	GPIO26	37	38	GPIO20	SPI1 MOSI
	GROUND	39	40	GPIO21	SPI1 SCLK

Especificaciones de los pines GPIO de la tarjeta Raspberry Pi, Fuente: (Raspberry, 2016)

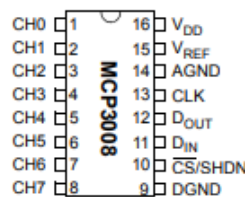
Para enumerar a los pines en la programación existen dos formas:

- **BCM:** enseña los nombres de pines como la programación de origen los indica, debido a su distribución de pines es difícil recordarlos.
- **Numeración Física:** indica cómo están enumerados los pines desde la parte superior comenzando por el pin 1, para utilizar la numeración física es necesario instalar la librería GPIO.

2.6.2 Lecturas analógicas

Para la lectura de las señales analógicas en la Raspberry Pi se utiliza convertidores análogos digital uno de ellos es el MCP3008 el cual posee las siguientes configuraciones de pines como de muestra en la Figura 2.5.

Figura 2.5 MCP3008



Convertidor Análogo Digital, Fuente: (Microchip Technology, 2008)

El MCP3008 es un convertidor análogo digital de bajo costo, posee 8 -canales de 10 bits, este dispositivo es de gran opción si solo se necesita leer señales analógicas simples, como desde un sensor de temperatura o luz. La comunicación con los dispositivos se logra utilizando una interfaz en serie simple compatible con el protocolo SPI. Rango de Voltaje de operación: 2.7V - 5.5V, la velocidad de muestro puede variar según la tensión alimentada al pin VDD como se muestra la Tabla 2.2, posee un rango de temperatura industrial: -40 ° C a + 85 ° C. (Microchip Technology, 2008)

Tabla 2.2 Velocidad de muestreo

VDD [V]	Muestreo [ksps]
5	200
2.7	75

Configuración de velocidad de muestreo MCP3008, Fuente: (Microchip Technology, 2008)

Para conectar el MCP3008 al Raspberry Pi con una conexión de comunicación SPI, debe realizar las siguientes conexiones:

Tabla 2.3 Distribución pines MCP3008 y RPI

Software SPI	Hardware SPI
MCP3008 VDD para RPI 3.3V	MCP3008 VDD para RPI 3.3V
MCP3008 VREF a RPI 3.3V	MCP3008 VREF a RPI 3.3V
MCP3008 AGND a RPI GND	MCP3008 AGND a RPI GND
MCP3008 DGND a RPI GND	MCP3008 DGND a RPI GND
MCP3008 CLK a RPI pin 23	MCP3008 CLK para RPI SCLK
MCP3008 DOUT a RPI pin 21	MCP3008 DOUT a RPI MISO
MCP3008 DIN a RPI 19	MCP3008 DIN a RPI MOSI
MCP3008 CS / SHDN a RPI pin 24	MCP3008 CS / SHDN a RPI CE0

Conexión de pines entre el MCP3008 y Raspberry Pi, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

2.7 Descripción de la empresa ocrimag

Como visión, OCRIMAG desea ser una empresa representativa, icono de excelencia en productos y servicios publicitarios, colaborando con sus clientes, modelando sus propósitos comerciales publicitarios y particulares; ejecutados con eficientes alternativas comunicacionales y responsabilidad empresarial.

Así, el 12 de julio del 2007 se inscribe la empresa con el registro único de contribuyentes, aportando y generando al país con productividad hasta la fecha actual, habiendo invertido progresivamente en maquinaria que brinda producción de óptima calidad e incrementando la cartera de selectos clientes, teniendo el conocimiento y la experiencia necesaria para brindar servicios y productos en el área publicitaria.

Figura 2.6 Logotipo empresa OCRIMAG



Empresa Publicitaria, Autor: Empresa OCRIMAG

2.8 Konnex (KNX)

Konnex nace en Europa en 1999, como iniciativa de tres asociaciones encargadas de las instalaciones de viviendas y edificios (domótica e inmótica respectivamente). Estas asociaciones son: (Alonso, 2013)

- EIBA (European Installation Bus Association), de procedencia alemana.
- BCI (BatiBus Club International), de origen francés
- EHSA (European Home System Association)

KNX es un estándar mundial para la automatización de viviendas y edificios, considerado como un sistema abierto, es decir, que el fabricante puede integrar sus productos en este sistema. (Guerrero, 2015)

Figura 2.7 KNX



Logotipo KNX, Fuente: (Guerrero, 2015)

2.8.1 Generalidades del Sistema KNX

Actualmente, las características generales del sistema KNX son las que se detallan en la Tabla 2.4:

Tabla 2.4 Características KNX

KONNEX	
Basados en sistemas anteriores (Batibus+EIB+EHS)	
Posee un sistema abierto por lo que permite añadir elementos de distintos fabricantes	
Puede utilizar varios tipos de transmisión como: el bus, línea eléctrica, red Ethernet y sistemas inalámbricos.	
Necesita pasarelas para comunicarse con la fibra óptica.	
Dispone de un software propio para su configuración llamado ETS (Engineering Tool Software)	
Tipos de configuración	A-MODE
	E-MODE
	S-MODE

Generalidades principales del sistema KNX, Fuente: (Bermúdez & Navas, 2013)

2.8.2 Diferencias entre un sistema convencional y un sistema KNX-EIB

El estándar KNX-EIB cuyas siglas son European Installation Bus, se crea en Europa en los años 90, para satisfacer las necesidades del mercado electrotécnico correspondiente a los sistemas domóticos e inmóticos.

Los objetivos y áreas de gestión del sistema KNX-EIB son el confort, la seguridad, el ahorro energético, las comunicaciones y el control de las instalaciones en la edificación. En la Tabla 2.5 se especifica algunos aspectos de una instalación eléctrica convencional, comparándola con una instalación KNX-EIB. (Alonso, 2013)

Tabla 2.5 Instalación convencional vs instalación KNX-EIB

INSTALACIÓN ELÉCTRICA CONVENCIONAL	INSTALACIÓN CON SISTEMA KNX-EIB
Existe un cableado punto a punto. Da lugar a gran cantidad de cables.	Existe una línea de bus, por lo que se reduce enormemente el cableado.
Suele existir un control central de las instalaciones.	Sistema totalmente descentralizado.
Los mecanismos no son “inteligentes” y realizan una función.	Los mecanismos son “inteligentes”, y pueden realizar varias funciones.
Los mecanismos se interrelacionan entre sí, en función del cableado establecido.	Interoperatividad abierta y flexible, además de ampliable.

Comparación de una instalación eléctrica convencional con KNX-EIB, Fuente: (Alonso, 2013)

2.8.3 Tipos de configuración KNX

La versión 1.0 posee tres tipos de configuración KNX que se describirán a continuación:

- **A-MODE (Automatic Mode):** Posee una configuración automática, donde ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo se usa en electrodomésticos, equipos de entretenimiento y proveedores de servicios.
- **E-MODE (Easy Mode):** En la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica donde este dispositivo realiza una función específica,

pero se debe configurar algunos detalles en la instalación ya sea mediante el controlador central o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo.

- **S-MODE (System Mode):** La configuración de Sistema usa la filosofía EIB actual, es decir, los dispositivos o nodos de la nueva instalación deben ser instalados y configurados por profesionales con la ayuda del software diseñada para ese propósito. (Castro, Diaz, Mur, Fernandez, & Ruiz, 2007)

2.8.4 Dirección física

Todo dispositivo dentro de un sistema KNX es establecido con una dirección física única e inconfundible. Las direcciones constan de tres cifras divididas por puntos como se indica en la Figura 2.6. Estas cifras son asignadas en función de su ubicación dentro de la topología del bus.

Tabla 2.6 Dirección física del protocolo KNX

Dirección Física		1.3.7			
Primera cifra	1	Segunda cifra	3	Tercera cifra	7
indica el número del área		número de la línea		número de dispositivo	

Ejemplo del direccionamiento físico, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

2.8.5 Dirección lógica

Una dirección debe ser única dentro de un sistema KNX, la dirección es configurada como se describe en la Tabla 2.7, tiene el siguiente formato: 4 bits de área, 4 bits de línea y para el dispositivo 8 bits.

Tabla 2.7 Formato de la dirección

Área				Línea				Dispositivo de bus							
A	A	A	A	L	L	L	L	D	D	D	D	D	D	D	D
4 bits				4 bits				1 byte							

Número de bits detallado, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

CAPÍTULO 3

TECHNICAL SITE SURVEY (TSS) Y DISEÑO PROPUESTO

En el capítulo 3 se describe la inspección técnica con respecto al TSS o el estudio de la oficina, con el fin de conocer el estado actual en el que se encuentra el espacio de trabajo, observando los requerimientos necesarios que se deben implementar al sistema inmótico, realizando alguna adecuación previa en la infraestructura y red en el caso que sea necesario.

3.1 Estado inicial del sitio

La empresa OCRIMAG se ubica en la planta baja del edificio BEDON, localizada en el sector de la Granda Centeno a la altura de la Av. América como se indica en la Figura 3.1.

Figura 3.1 Dirección de la empresa OCRIMAG



Ubicación Geográfica desde Google Maps, Fuente: Google Maps

Las coordenadas de la empresa están detalladas en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Coordenadas geográficas

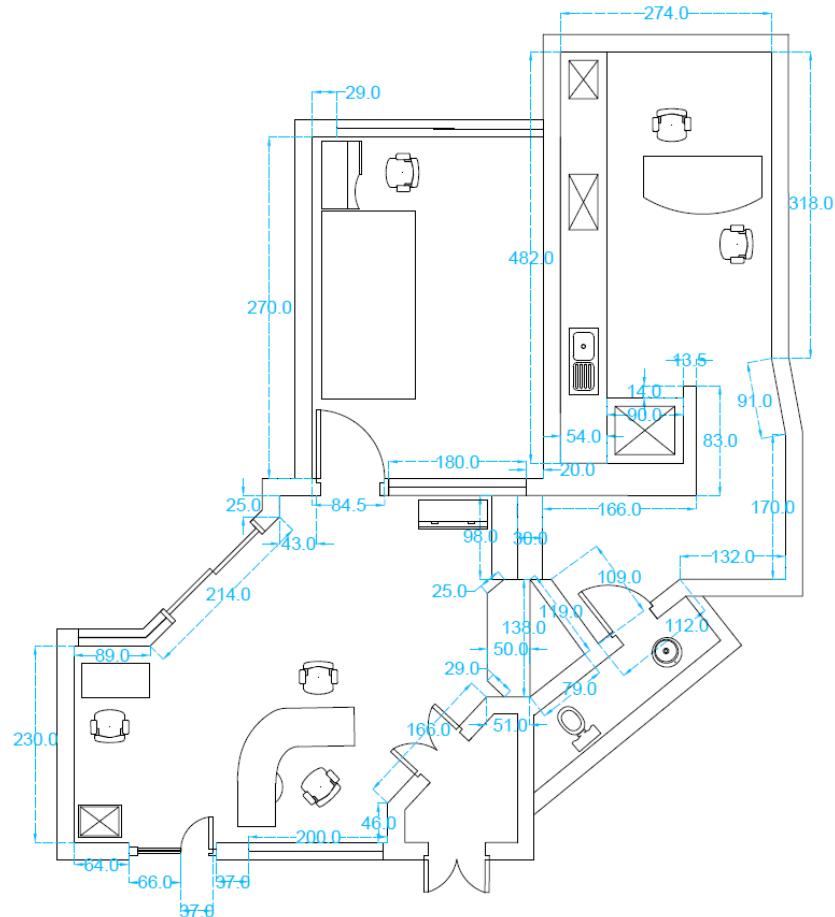
COORDENADAS (WGS 84)		
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
0°10'19.7"S	78°29'30.9"W	2793 m

Coordenadas geográficas de la empresa OCRIMAG, Fuente: Google Maps

3.1.1 Plano general de recursos

En cuanto a la Figura 3.2 se detallan las dimensiones de cada habitación que conforman el entorno de trabajo de la empresa.

Figura 3.2 Esquema general de la oficina



Esquema general de la oficina donde se realizará la implementación del sistema inmótico con sus respectivas mediciones, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

La oficina consta de cuatro habitaciones que poseen un conjunto de máquinas y dispositivos electrónicos para ser utilizados dentro de las tareas relacionadas con las actividades de la empresa, tales como: computadores, una fotocopidora, plotter de corte, etc.

3.1.2 Elementos existentes

Con el fin de diseñar un sistema inmótico es necesario tener en cuenta las características iniciales de los elementos existentes en cuanto a seguridad,

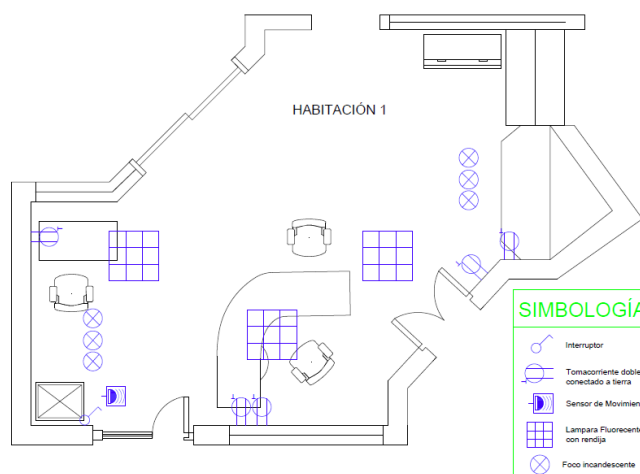
infraestructura y red que posee la oficina. Para mayor información detallada ver el Anexo 2.

Considerando que cada habitación consta de diferentes elementos, equipos e instalaciones eléctricas, es necesario puntualizar las condiciones iniciales de cada área en las figuras y tablas de los siguientes apartados.

3.1.3 Habitación 1

Esta habitación es considerada como la principal, debido a que se desempeñan las funciones y servicios que caracterizan a la empresa, como servicio y atención al cliente, centro de copiado y corte de vinilos. En la Figura 3.3 y Tabla 3.2 se muestran las instalaciones eléctricas y elementos iniciales respectivamente.

Figura 3.3 Plano eléctrico habitación 1



Distribución de componentes del plano eléctrico, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.2 Elementos iniciales habitación 1

Habitación 1		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Sensor Movimiento	1
	Interruptor	2
	Lámpara fluorescente	3
	Lámpara incandescente	6
	Tomacorrientes	5
	Teclado de acceso	1

Habitación 1		
Equipos eléctricos		Cantidad
	Computador	2
	Fotocopiadora	1
	Plotter de corte	1

Inventario de la habitación 1, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

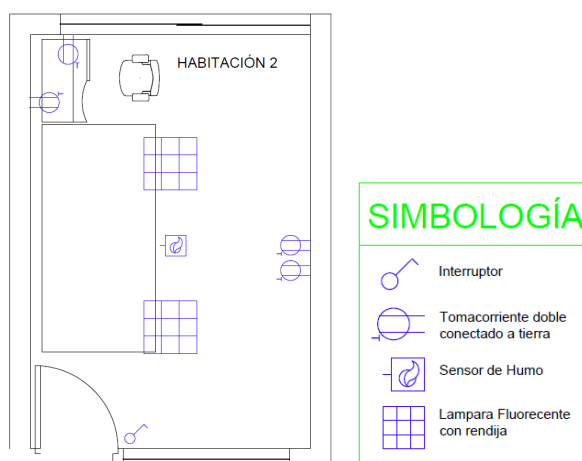
3.1.4 Habitación 2

La habitación 2 es considerada como el taller de trabajo donde se realizan las siguientes actividades:

- Instalaciones de banners, roll ups, cajas de luz, letras en bloque.
- Preparación del material de los cortes en vinilo decorativo
- Cortes de lonas, flyers, tarjetas de presentación e invitación entre otros.

En la Figura 3.4 y Tabla 3.3 se indican las instalaciones eléctricas y elementos iniciales respectivamente.

Figura 3.4 Plano eléctrico habitación 2



Distribución de componentes del plano eléctrico, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.3 Elementos iniciales habitación 2

Habitación 2		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Sensor de humo	1
	Interruptor	1

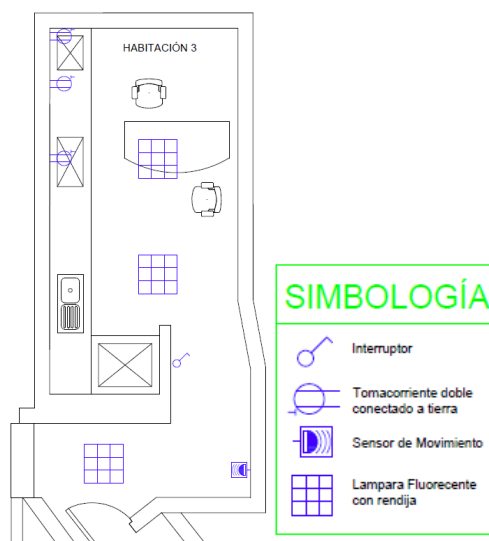
Habitación 2		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Lámpara fluorescente	2
	Tomacorrientes	4
Equipos eléctricos		Cantidad
	Computador	1
	Emplasticadora	1

Inventario de la habitación 2, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.1.5 Habitación 3

La habitación 3 funciona como cafetería, sala de reuniones, servicio al cliente mediante vía telefónica y redes sociales, siendo este espacio destinado al seguimiento de los clientes, manteniendo su fidelidad con la empresa. En la Figura 3.5 y Tabla 3.4 se indican las instalaciones eléctricas y elementos iniciales respectivamente.

Figura 3.5 Plano eléctrico habitación 3



Distribución de componentes del plano eléctrico, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.4 Elementos iniciales habitación 3

Habitación 3		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Sensor de movimiento	1
	Interruptor	1
	Lámpara fluorescente	3

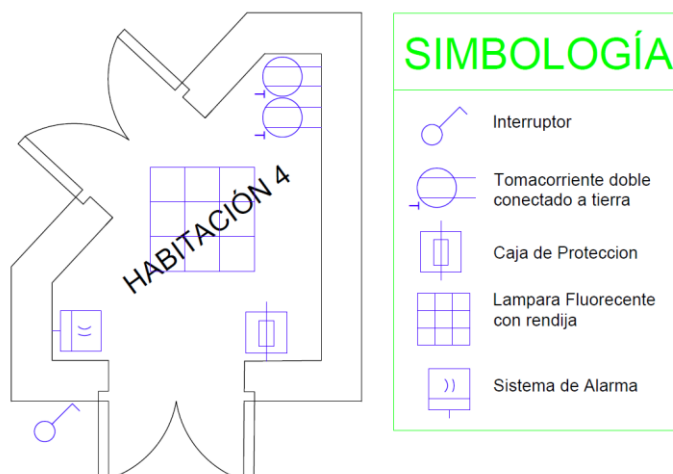
Habitación 3		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Tomacorrientes	3
Equipos eléctricos		Cantidad
	Computador	1
	Microondas	1

Inventario de la habitación 3, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.1.6 Habitación 4

La habitación 4 es el lugar donde se encuentran el sistema de alarmas de todo el edificio, cajas de protección. En la Figura 3.6 y Tabla 3.5 se indican las instalaciones eléctricas y elementos iniciales respectivamente.

Figura 3.6 Plano eléctrico habitación 4



Distribución de componentes del plano eléctrico, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.5 Elementos iniciales habitación 4

Habitación 4		
Elementos eléctricos		Cantidad
	Interruptor	1
	Lámpara fluorescente	1
	Tomacorrientes	2
	Caja de protección	1
Equipos eléctricos		Cantidad
	Sistema de alarma	1

Inventario de la habitación 4, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.2 Variables iniciales de confort y energética

Dentro de las variables iniciales de confort y energética se toman las medidas o niveles de luminosidad, temperatura, el consumo eléctrico de la oficina.

3.2.1 Luminosidad

La iluminación del área o puesto de trabajo es una parte esencial para el acondicionamiento ergonómico que busca la comodidad y la eficacia de productividad de los empleados, debido a esto en la Tabla 3.6 se evidencia los niveles iniciales de luminosidad, porque en los puntos de trabajo la oficina consta con diferentes niveles de lúmenes.

Tabla 3.6 Mediciones iniciales de luminosidad.

NIVELES DE LUMINOCIDAD		
HABITACIÓN 1		LUX
	General	400
	Escritorio 1	325
	Escritorio 2	300
HABITACIÓN 2		LUX
	General	450
	Escritorio	300
	Mesa de Trabajo	320
HABITACIÓN 3		LUX
	General	350
	Escritorio	300
HABITACIÓN 4		LUX
	General	400

Distribución de niveles de luminosidad en la oficina, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine

Aguirre

Cabe recalcar que las luminarias son de accionamiento manual, es decir, no existe un control automático o remoto de luminarias, en la Figura 3.7 se divisa la distribución de las luces de la oficina.

Figura 3.7 Distribución de luminarias de la oficina



Luminarias accionadas manualmente, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

La Tabla 3.7 indica las cantidades de focos con su respectiva marca, modelo y vatios que estos consumen.

Tabla 3.7 Marca y modelo de las luminarias

Habitación	Cantidad	Modelo	Marca	Vatios	Total
1	3	Lámpara incandescente	Excell	40W	120W
1	6	Lámpara fluorescente	Sylvania	40W	240W
2	4	Lámpara fluorescente	Sylvania	40W	160W
3	4	Lámpara fluorescente	Sylvania	40W	160W

Tipos de focos ubicados en la oficina, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.2.2 Temperatura

La mayor temperatura que se puede encontrar en la oficina es a la hora del funcionamiento de todos los equipos cuando están encendidos como se observa en la Tabla 3.8, las mediciones tomadas comprende en la mañana a las 9:00 ya que es la apertura del lugar, y en tarde a las 15:00 porque en ese tiempo es de mayor movimiento y por ende todos los equipos funcionan; además, los niveles de temperatura cambian cuando la ventilación del ambiente de trabajo se encuentra abierto o cerrado, esto es a causa de la ventana ubicada en la habitación 2 y puertas de la oficina.

Tabla 3.8 Niveles de temperatura.

MEDICIONES [°C]					
		ABIERTO		CERRADO	
		Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
HABITACIÓN 1					
	Actividad normal	17	20	17	21
	Todos los equipos encendidos	18	22	18	23
HABITACIÓN 2					
	Actividad normal	17	19	17	19
	Todos los equipos encendidos	18	21	19	21
HABITACIÓN 3					
	Actividad normal	18	18	18	19
	Todos los equipos encendidos	19	20	19	20
HABITACIÓN 4					
	Actividad normal	16	16	16	16
	Todos los equipos encendidos	16	16	16	16

Niveles de temperatura dentro de la oficina, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.2.3 Consumo eléctrico

El consumo de la oficina se justifica en base a los datos del consumo mensual que se refleja en la planilla eléctrica de la Figura 3.8, para cerciorar a la empresa que el consumo de la plataforma inmótica no afectara al costo habitual.

Figura 3.8 Consumo Eléctrico de la oficina

Ente Contratante		200009036167	Tarifa (ARCONEL)		STCGSD11 - ST Servicio Comunitario	
Nombre cliente		BEDON ANDRADE JOSE WILFRIDO	Dirección del servicio		N38 JOSE VILLALENGUA 064-67 BEDON PB SG -	
Código		1701256891	Dirección de envío		N38 JOSE VILLALENGUA 064-67 BEDON PB - PICHINCHAQUITO/RUMIPAMBA	
Código		1401166737	Código Postal			
Código		1407M034600039				
Facturación servicio eléctrico y alumbrado público						
Código de medidor		457543	Factor de multiplicación		1.00	Constante
Código desde		11-11-2017	Fecha hasta		09-12-2017	Días facturados
Código potencia		0.0000	Penalización FP		0.0000	Factor corrección
					1.00	Tipo consumo
					29	Leído
					0.0000	

Descripción	F Ho	Leid. Ant.	Leid. Act.	Dif. Cons.	Cons. SubTot.	C.T.T.	Cons. Tot.	Unidad	\$
Consumo energía activa total	09-12-2017	13587.00	13555.00	0.00	142.90	0.00	142.00	KWH	10.08

Cons. Tot.	Unidad
142.00	KWH

Consumo de energía en KWH, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Hora de mayor funcionamiento se da entre 15:00 a 17:00 debido a la actividad de los clientes, por ende, se encuentran funcionando la mayoría de los equipos y elementos del lugar, porque en estas horas se realiza los cortes de plotter e impresiones de los diseños para la entrega del pedido de los clientes.

En la Tabla 3.9 se detalla la potencia de los elementos y equipos que más influyen en el consumo diario que conforman el área de trabajo dentro de la oficina.

Tabla 3.9 Carga estimada.

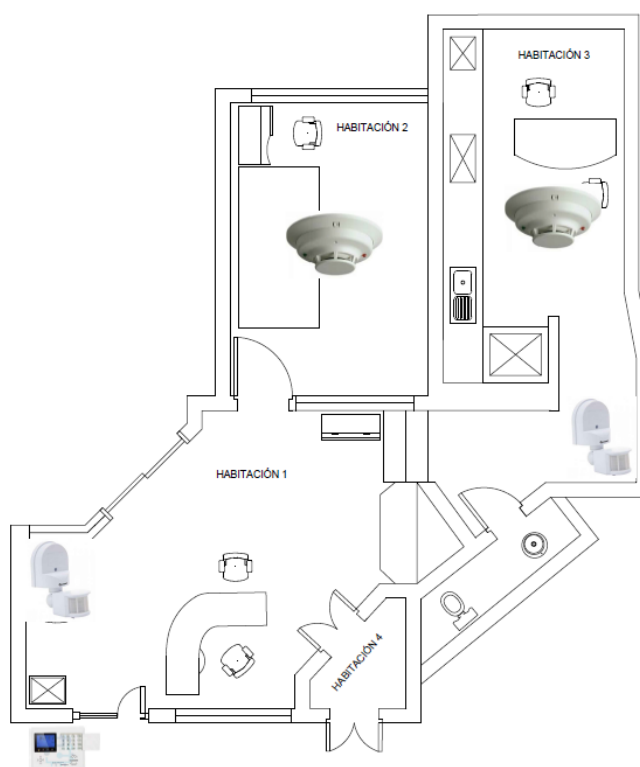
	Cantidad	Marca / Modelo	Watts [W]	Total
HABITACIÓN 1				
Lámpara fluorescente	6	Sylvania	40W	240W
Lámpara incandescente	3	Excell	40W	120W
Computador	2	LG	230W	460W
Fotocopiadora	1	Xerox/ WorkCentre 7755	1131W	1131W
Plotter de corte	1	Signs / SID 2000-120	180W	180W
Impresora	1	HP LaserJet / P1102w	370W	370W
HABITACIÓN 2				
Lámpara fluorescente	4	Sylvania	40W	160W
Computador	1	LG	50W	50W
Radio	1	Sony	3.4W	3.4W
Emplasticadora	1	Fellowes/ M5 95	300W	300W
HABITACIÓN 3				
Lámpara fluorescente	4	Sylvania	40W	160W
Computadora	1	LG	230W	230W
Microondas	1	Daewoo	700W	700W
Cafetera	1	Umco	650W	650W
HABITACIÓN 4				
Lámpara fluorescente	1	Kelvin	28W	28W

Carga estimada de los equipos por habitación, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.2.4 Seguridad

La Figura 3.9 y Tabla 3.10 indican los elementos iniciales de seguridad que posee la oficina. Este sistema de seguridad es únicamente monitoreado por una empresa privada, donde este servicio es provisto por el dueño del edificio.

Figura 3.9 Distribución de elementos de seguridad.



Elementos de seguridad de la oficina, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.10 Seguridad inicial.

	Cantidad	Marca / Modelo
HABITACIÓN 1		
Sensor de movimiento	1	DSC/ BV-201
Teclado de ingreso	1	Paradox/ PA-646
HABITACIÓN 2		
Sensor de humo	1	Smoke Alarm/FG-250
HABITACIÓN 3		
Sensor de humo	1	Smoke Alarm/FG-250
Sensor de movimiento	1	DSC/ BV-201

Elementos de seguridad de la oficina, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.3 Propuesta del diseño

A partir de este punto se va a proponer el diseño del sistema inmótico del cual se basa en los siguientes aspectos:

3.3.1 Cloud computing

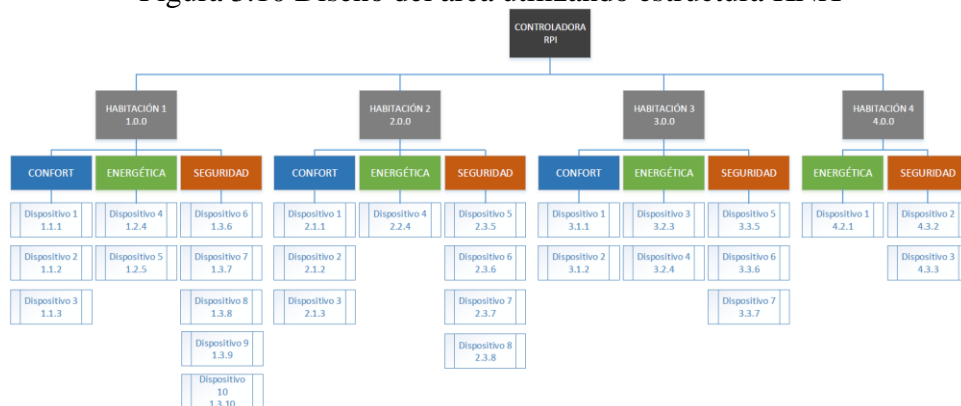
Entre los servicios *cloud* se encuentra SaaS, PaaS, IaaS. Analizando los diferentes servicios se pretende utilizar las características que más se adapten a las necesidades de la plataforma inmótica para la empresa Ocrimag, de esta manera, se descarta IaaS y PaaS debido a que en ambas el cliente tendría que encargarse de desarrollar sus propias aplicaciones. Mientras que, SaaS permite al usuario acceder a las aplicaciones desde el servidor web, previamente desarrolladas por el proveedor.

3.3.2 Estructural organizativa

La presente estructura se diseña en base a la topología tipo bus TP KNX que permite intercambiar información entre los dispositivos conectados a éste, siendo una estructura clara y de entendimiento fácil para la puesta en marcha. En la Figura 3.10 se observa la distribución y las direcciones lógicas de los dispositivos de cada habitación dentro del diseño del sistema inmótico.

La topología seleccionada es tipo árbol que se ajusta a las necesidades del sitio, además, las direcciones están diseñadas por 3 cifras separadas, estas indican el área (habitación), gestión de servicio y el número de dispositivo dentro del área como se muestra en la Tablas 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 para cada habitación.

Figura 3.10 Diseño del área utilizando estructura KNX



Distribución de los dispositivos en topología tipo árbol, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.11 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 1

Dispositivo	Dirección Física	Gestión	Descripción
1	1.1.1	Confort	Pantalla
2	1.1.2	Confort	Temperatura
3	1.1.3	Confort	Audio
4	1.2.4	Gestión Energética	Iluminaria 1
5	1.2.5	Gestión Energética	Iluminaria 2
6	1.3.6	Seguridad	Cámara
7	1.3.7	Seguridad	Sensor de movimiento
8	1.3.8	Seguridad	Sensor Magnético
9	1.3.9	Seguridad	Alarma (Clave de Acceso)
10	1.3.10	Seguridad	Sirenas de luz estroboscópica

Descripción de los dispositivos conectados a la línea 1, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.12 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 2

Dispositivo	Dirección Física	Gestión	Descripción
1	2.1.1	Confort	Persianas
2	2.1.2	Confort	Temperatura
3	2.1.3	Confort	Ventilación
4	2.2.4	Gestión Energética	Iluminaria
5	2.3.5	Seguridad	Sensor de humo
6	2.3.6	Seguridad	Sensor de movimiento
7	2.3.7	Seguridad	Cámara
8	2.3.8	Seguridad	Alarma (Ventana)

Descripción de los dispositivos conectados a la línea 2, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.13 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 3

Dispositivo	Dirección Física	Gestión	Descripción
1	3.1.1	Confort	Ventilación
2	3.1.2	Confort	Temperatura
3	3.2.3	Gestión Energética	Iluminaria 1
4	3.2.4	Gestión Energética	Iluminaria 2
5	3.3.5	Seguridad	Sensor de movimiento
6	3.3.6	Seguridad	Cámara

Dispositivo	Dirección Física	Gestión	Descripción
7	3.3.7	Seguridad	Sensor de humo

Descripción de los dispositivos conectados a la línea 3, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.14 Distribución de los dispositivos dentro de la habitación 4

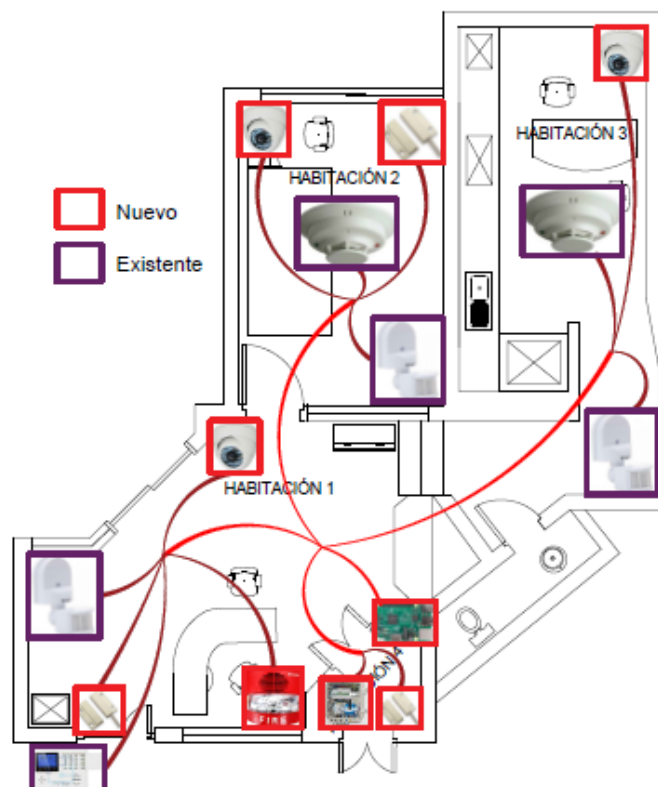
Dispositivo	Dirección Física	Gestión	Descripción
1	4.2.1	Gestión Energética	Iluminaria
2	4.3.2	Seguridad	Sistema de Alarma
3	4.3.3	Seguridad	Alarma (Puerta)

Descripción de los dispositivos conectados a la línea 4, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.3.3 Seguridad

En la seguridad se va a ubicar los componentes del sistema de seguridad como servicio, como se observa en la Figura 3.11.

Figura 3.11 Diseño de seguridad



Ubicación de dispositivos conectados a las líneas, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Con respecto a la seguridad se toma en consideración los elementos existentes en la oficina de la Tabla 3.10, reconociendo las necesidades faltantes del diseño de seguridad a implementar, según las fallencias en seguridad encontradas se proponen los nuevos elementos de la Tabla 3.15

Tabla 3.15 Elementos de seguridad

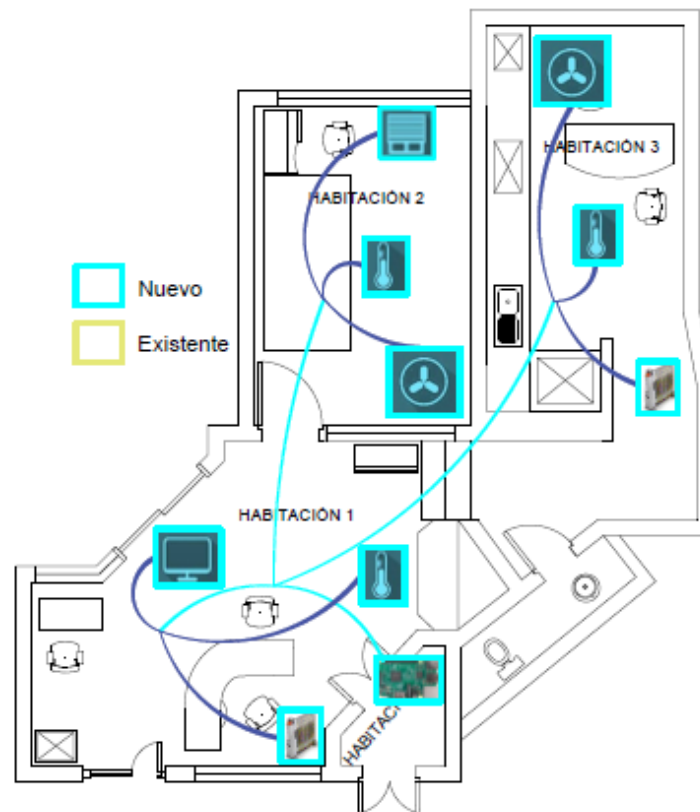
TIPO DE SEGURIDAD	ELEMENTOS/ DISPOSITIVOS		MARCA / MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD [Dólares]
INCENDIOS	Detector de humo		SFIRE/ SF-119- 4H12	3	25
	Sirenas de luz estroboscópica		SistemSegu ridad/ PST- FS106	1	23
SEGURIDAD	Cámaras		3S / N9073	3	84
	SENSORES	Puerta	DealMux/ PT_DLM- B00AV1E VEY	2	6
		Ventana	DealMux/ PT_DLM- B00AV1E VEY	2	6
		Movimiento	WJLING	3	25

Elementos y dispositivos del diseño de seguridad, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.3.4 Confort

Con respecto a las necesidades de confort de la oficina se puede observar en la Figura 3.12 el diseño de los elementos y dispositivos a implementarse mientras que en la Tabla 3.16 los elementos propuestos.

Figura 3.12 Diseño de confort



Ubicación de dispositivos conectados a las líneas, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.16 Elementos y dispositivos de confort

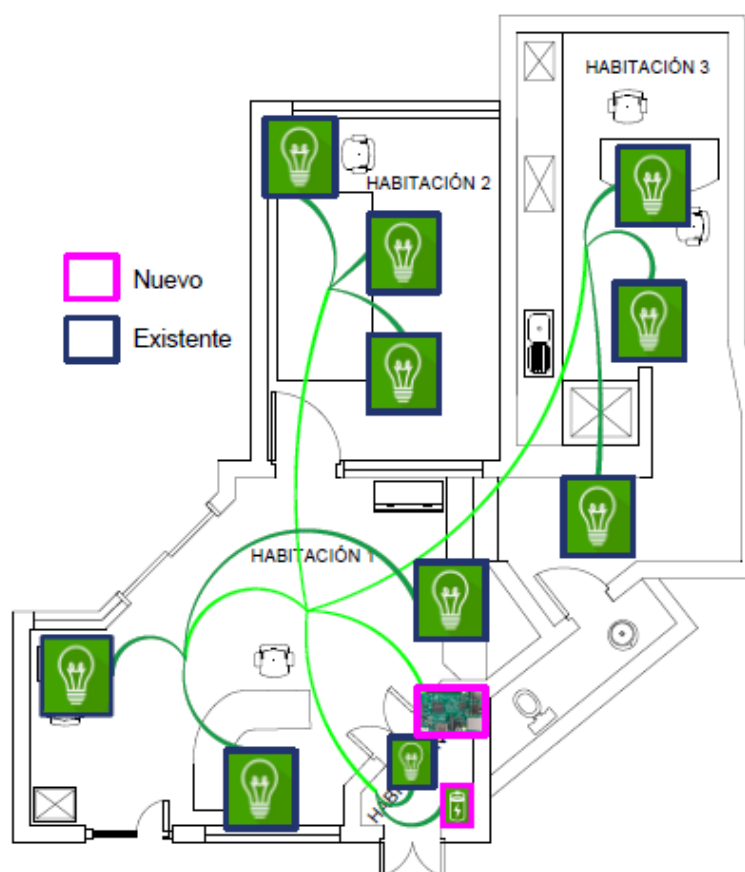
ELEMENTOS/ DISPOSITIVOS	MARCA/ MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD[Dólares]
Sensor de temperatura	LM35	2	1.35
Sistema de audio	Parlante Toa / Gypsum	1	39
Calefactor	ConforMax	2	45
Ventilador	Ventilador de pared / SMC	2	48
Televisor	TV led 32" / Rivera	1	300
Persianas	Cortinas Tipo Zebra	1	20

Elementos y dispositivos del diseño de confort, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

3.3.5 Eléctrico

Con respecto a la gestión energética indicada en la Figura 3.13 consta el diseño de los elementos y dispositivos a implementarse con su respectiva propuesta de elementos mencionados en Tabla 3.17.

Figura 3.13 Diseño de gestión energética



Ubicación de dispositivos conectados a las líneas, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Tabla 3.17 Elementos de luminosidad

ELEMENTO	MODELO	PRECIO [Dólares]
Raspberry Pi 3	B+	80
Banco de Baterías	Epcom	16

Elementos y dispositivos del diseño de luces, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describe gradualmente el desarrollo del sistema inmótico, con el respectivo diseño de la plataforma de hardware y software libre, considerando satisfacer las necesidades de confort, seguridad y gestión energética que tiene la empresa.

Para dar lugar a la implementación del sistema inmótico se requiere de un sistema embebido, y para esto se emplea una tarjeta Raspberry Pi 3 Model B+, debido al procesador ARM Cortex, soporte WiFi de doble banda, y sus periféricos de entrada/salida, entre otras especificaciones, estas proporcionan mejores prestaciones para realizar el control del Hardware del sistema, a su vez esta “miniPC” dará función de Servidor donde se aloja el Software del sistema implementado.

Tanto el código de programación utilizado para cada control como las imágenes de la implementación se detallan en el Anexo 4 y 6 respectivamente.

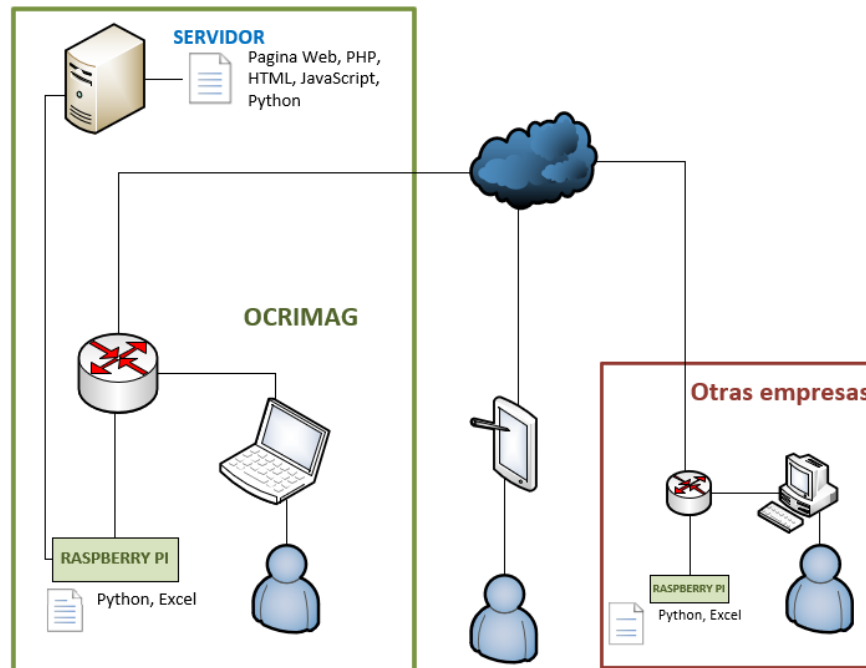
4.1 Cloud computing saas

Se desarrolla el sistema inmótico, con características *cloud* que se asemejan a SaaS (Software como un servicio) debido a que el servicio de la empresa Ocrimag. Es accesible a través del internet sin pagar licencias de programas ajenos a la plataforma, el proveedor se encarga del software realizando mantenimiento de errores, actualizaciones, y por su elasticidad permite asignar o quitar recursos necesarios para la ejecución de la plataforma inmótica.

La ventaja para Ocrimag es el bajo costo en inversión o mantenimiento, y tener acceso a través de una ip pública o un dominio desde cualquier parte con equipos o dispositivos móviles conectados a internet. Mientras que las desventajas, el proveedor es el que decide cuando se hace el mantenimiento del hardware, otra es que existe un fallo a la ejecución cuando no hay internet, dejando sin recursos tanto la empresa como el proveedor al acceder a los servicios inmóticos.

En sí, nuestro diseño e implementación cumple con las características que destacan a SaaS, ya que permite a diferentes usuarios conectarse a la aplicación o plataforma inmótica a través del internet y usarlas por un explorador web. Mientras que la función del proveedor del servicio es administrar el hardware y software, garantizando la disponibilidad, seguridad de la aplicación y confiabilidad de la información.

Figura 4.1 Software como servicio



Representación de SAAS para la empresa Ocrimag, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

En la Figura 4.1, se explica que se puede acceder a la plataforma inmótica desde cualquier dispositivo conectado a internet, ya que el servidor utiliza una ip pública donde se encuentra alojado el software y código de control para el funcionamiento de dicha plataforma. En nuestro caso el servidor está instalado dentro de la misma Raspberry que controla los sistemas de confort, seguridad y gestión remota para la empresa Ocrimag, accediendo a la plataforma por medio de una clave privada y propia que se le proporcionara a cada usuario. Es necesario recalcar que el mismo software puede ser aplicado para otras empresas o interesados, por medio del protocolo SSH se logra controlar remotamente desde nuestro servidor a la Raspberry respectiva, ya que SSH nos permite copiar los archivos y/o ejecutar la acción de control deseada accediendo a los periféricos de forma segura permitiendo encriptar la información para que otras personas no accedan a los archivos.

4.2 Instalación del sistema operativo rasbian

Para la instalación se necesita de los siguientes componentes que se usara para la instalación del sistema operativo Rasbian, que son los siguientes como se muestra en la Figura 4.2.

Figura 4.2 Componentes de la Raspberry Pi 3



Conexión tipo Computadora de la Raspberry Pi 3, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Una vez reconocido los componentes se realiza la instalación del sistema operativo para lo cual se dirige a la siguiente página: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/> y descargar el siguiente archivo comprimido: *RASPBIAN STRETCH WITH DESKTOP*, después descomprimir el archivo y extraer la imagen ISO que será guardada en la tarjeta micro SD. Una vez instalado la imagen en la micro SD, se inserta la micro en la Raspberry Pi y conectar el teclado, mouse, el monitor con el cable HDMI y conectar al WIFI y conectar la fuente de 5V (Ver Figura 4.1) y así arrancara el sistema operativo instalado en la Raspberry Pi. A continuación, en la opción de inicio/preferencias se procederá a la configuración de la Raspberry Pi.

4.3 Configuración del servidor web en la Raspberry Pi

Para configurar un servidor en la Raspberry Pi primero se debe colocar una ip-estática por medio del siguiente comando: `sudo nano /etc/network/interface`, en el fichero *interface* se encuentran todas las configuraciones de las conexiones de red, dependiendo del tipo de conexión que se esté usando, en este caso se usa una red de área local inalámbrica *wlan0* donde se realiza la configuración estática, es decir, con su propia dirección ip, mascara, puerta de enlace. (Geekytheory, s.f.)

Una vez configurado la ip-estática se debe crear el grupo www-data para comenzar a instalar el servidor web para esto se ejecuta los siguientes comandos: *sudo groupadd www-data* y *sudo usermod -a -G www-data www-data*

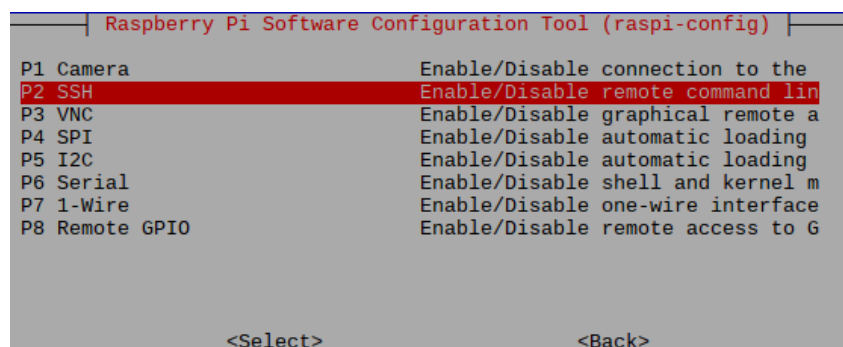
Posteriormente se debe actualizar los repositorios y los programas de la Raspberry con los siguientes comandos: *sudo apt-get update* y *sudo apt-get upgrade*

Después se instala el Apache con el comando: *sudo apt-get install apache2*, y a su vez PHP para poder crear contenido dinámico en nuestra web, ejecutar el siguiente comando: *sudo apt-get install php7.0*; e instalando los paquetes que se necesitaran a futuro: *sudo apt-get install libapache2-mod-php7.0 libapache2-mod-perl2 php7.0 php7.0-cli php7.0-common php7.0-curl php7.0-dev php7.0-gd php7.0-imap php7.0-ldap php7.0-mhash php7.0-mysql php7.0-odbc*. Una vez instalado los paquetes se debe reiniciar la Raspberry Pi.

Los archivos que se van a mostrar en la página web se encuentran en la carpeta */var/www/html* donde debe existir un fichero *index.html*, siendo la página web del servidor cuando se acceda a éste.

Para habilitar la comunicación SPI (Interfaz Periférica Serial) se accede al entorno de configuración de la Raspberry Pi, ejecutando el comando: *sudo raspi-config*, y en opciones de interfaces se configura las comunicaciones y conexiones periféricas, ver Figura 4.3.

Figura 4.3 Puerto SPI



Habilitación del puerto SPI, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.4 Desarrollo de la gestión energética

En este punto se realiza el control de luces de la oficina como se puede ver en la Figura 3.13, permitiendo acceder desde el servidor web como del sitio físico, que se detalla a continuación.

4.4.1 Control on-off

Para el desarrollo de la gestión energética se basó en el sistema de iluminación para lo cual se realizó un circuito que permite el encendido y apagado de luces de la oficina desde dos lugares (instalación física y sitio web), para lo cual se plasmó el diagrama de flujo de la Figura 4.4 y el circuito como se indica en la Figura 4.5.

Figura 4.4 Diagrama de flujo del control on-off

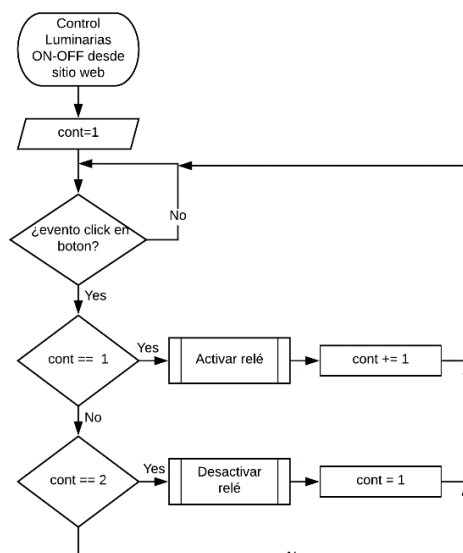


Diagrama de flujo para el encendido y apagado de una iluminaria, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Figura 4.5 Diagrama de control on-off

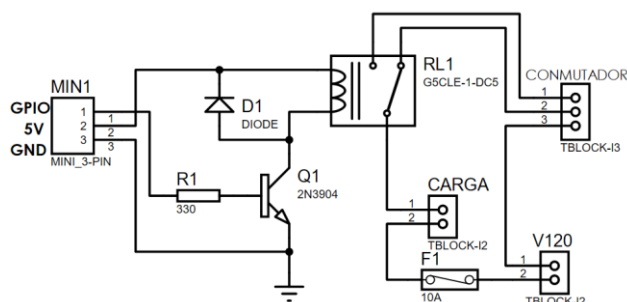


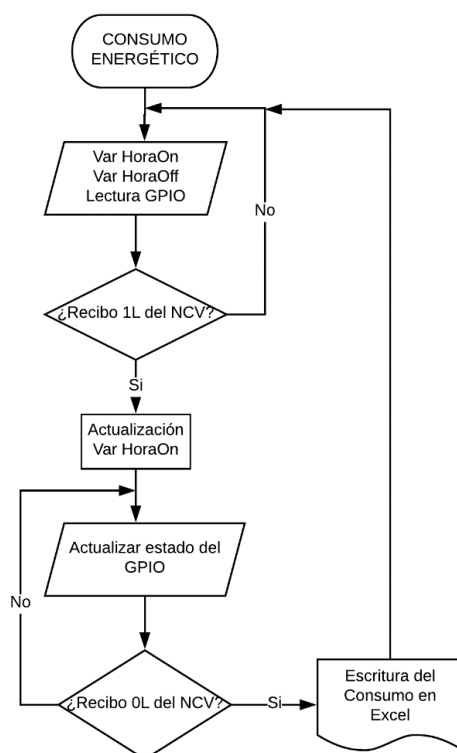
Diagrama para el encendido y apagado de una iluminaria, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

En la Figura 4.7 se indica el circuito NCV donde se usa transistores tipo NPN para detectar el voltaje. En los tipos NPN, la corriente del colector es el resultado de la corriente de la base por la ganancia del transistor, por lo tanto, la señal o la corriente de salida del circuito sería el producto de la corriente de la base de entrada por la ganancia total de todos los transistores en dicha configuración; de esta manera, cuando se encuentra la antenna junto de un objeto que tiene corriente alterna, se induce una pequeña corriente en la antenna debido a la inducción electromagnética. Esta corriente satura al primer transistor y su salida al segundo y el tercero enviará la señal digital hacia la Raspberry; en resumen, con una señal considerablemente pequeña se puede encender un circuito que necesite mayor corriente. Gracias a esto se puede indicar el consumo energético por medio de fórmulas que brinda la Empresa Eléctrica.

4.4.3 Consumo energético

En la Figura 4.8 se da una breve explicación del funcionamiento para el cálculo del consumo energético de la oficina, se debe tener en cuenta que para el consumo solo se realiza de las luminarias y este cálculo es solo un estimado.

Figura 4.8 Diagrama de flujo para el consumo energético



Funcionamiento de la adquisición del consumo energético, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Una vez obtenido los datos se realizó el consumo de energía con la siguiente Ec.4.1:

$$consumo = \frac{potencia[W]*horas[h]*dias}{KWH(1000)*kilovatio} \quad \text{Ec.(4.1)}$$

Este consumo de energía se visualizará en la Figura 4.9 datos que se mostraran en Excel indicando la habitación y el tiempo de encendido y apagado de las luces:

Figura 4.9 Datos en Excel del consumo de energía

2						Condisetando costo en KW/W = 0.08ctvs
3	Fecha	Habitacion	Hora Encendido	Hora Apagado	Consumo (KWH)	\$ Costo
4	28/06/18	Principal	20:59:06	20:59:10	0.0002	1.6E-05
5	28/06/18	Principal	20:51:24	20:51:40	0.0008	6.4E-05

Estadísticas del consumo de energía en cada habitación, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Para la gestión energética es necesario conocer el tiempo de activación de las luminarias de la empresa, para esta necesidad se utiliza un circuito de detector de voltaje sin contacto; donde este enviará una señal digital informando la activación de cualquier dispositivo, que se desee monitorear su tiempo de funcionamiento.

4.4.4 Dimmer

En la Figura 4.10 indica el comportamiento del dimmer tanto la acción manual como remota desde el sitio web para el control de la intensidad de las luces de la habitación principal.

Figura 4.10 Diagrama de flujo del dimmer

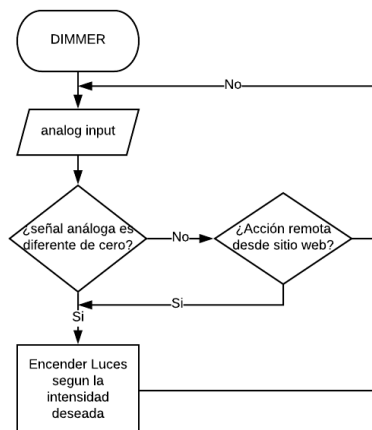


Diagrama de flujo para el funcionamiento del dimmer, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

En la Ec. 4.2 permite obtener el valor de la salida digital en unidades crudas. La cantidad de 1024 se debe al integrado MCP3008 que tiene una resolución de 10 bits.

$$\text{Código de salida digital} = \frac{1024 * V_{in}}{V_{ref}} \quad \text{Ec.(4.2)}$$

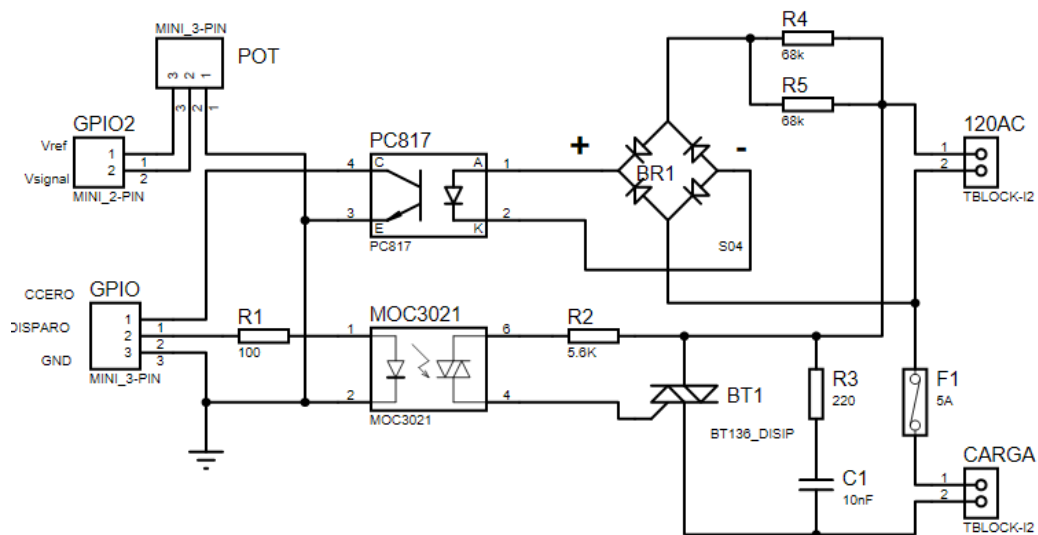
Donde:

V_{in} = Voltaje de entrada analógica

V_{ref} = Voltaje de referencia (3.3V)

En la Figura 4.11 se muestra el diseño que permite controlar la intensidad de luz.

Figura 4.11 Circuito Dimmer



Diseño del circuito dimmer para la regulación de luz, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.5 Sistema de confort

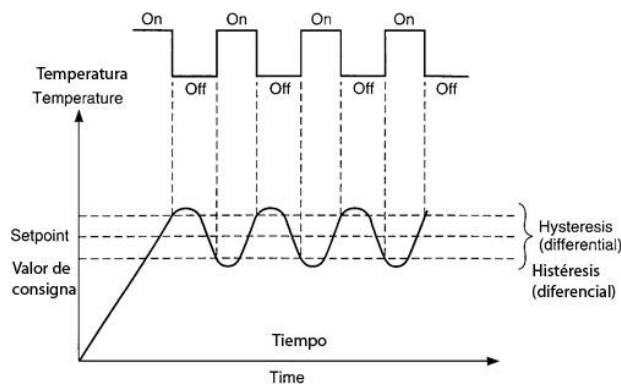
En el desarrollo del confort en la Figura 4.12 se observa los elementos a implementarse en la oficina, en el cual se basó en los siguientes aspectos que son la temperatura, calefacción, que se detallará a continuación, cada uno de estos:

[illegible]

4.5.1 Control de temperatura basado en eventos

42

Figura 4.13 Control de temperatura

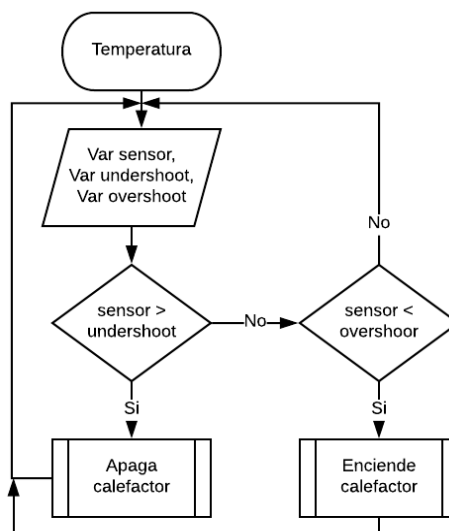


Gráfica del control de temperatura por histéresis, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Al saber que los sistemas de control basados en eventos la toma de muestras es activada por eventos en lugar de un tiempo periódico, se automatiza el sistema de temperatura realizando operaciones de control basado en eventos, de esta forma el intervalo de muestreo de la señal de temperatura se determina al comparar el error absoluto entre el valor de set point y la temperatura real; si dicho error es mayor o menor al tolerable, esto hace que el muestreo del sistema cambie y el control sea aperiódico. Es decir, mientras mayor sea el error, más rápida será la toma de muestras para corregir la temperatura. Con más detalle el algoritmo de control se indica es el anexo 5.

El funcionamiento del control automático de temperatura se usó el diagrama de flujo de la Figura 4.14.

Figura 4.14 Diagrama de flujo para la temperatura



Funcionamiento automático de la temperatura, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

En la Figura 4.15 se indica el circuito implementado para el control de la temperatura a través del sensor LM35, para obtener la conversión de unidades crudas al valor de temperatura en grados centígrados se usa la Ec. 4.3.

$$Temperatura = \frac{(Unidades\ Crudas * V_{ref}) / 1024}{10mV} \quad \text{Ec. (4.3)}$$

Donde:

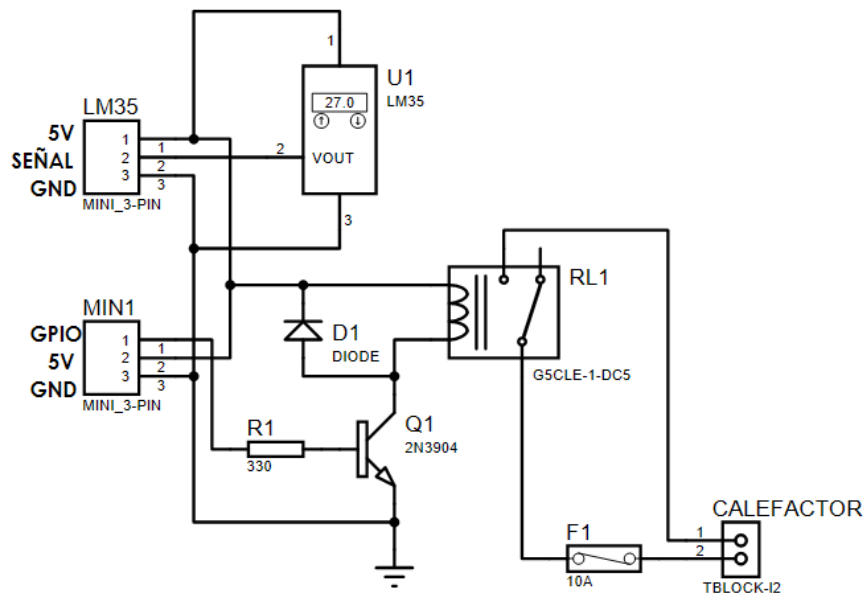
1024 = Se debe a la cantidad de valores que puede tomar una resolución de 10bits

V_{ref} = Voltaje de referencia (3.3V)

10mV = Equivale a 1°C

La temperatura obtenida del sensor LM35 varía de 0 a 1023, es decir si en el pin tenemos 0V dará 0 y si el voltaje de referencia es 3.3V se tendría 1023. El datasheet del sensor LM35 indica que es un sensor lineal donde 1°C equivale a 10mV. Por lo que el valor obtenido del sensor se divide para 10mV como se observa en la Ec. 4.3.

Figura 4.15 Circuito control de temperatura

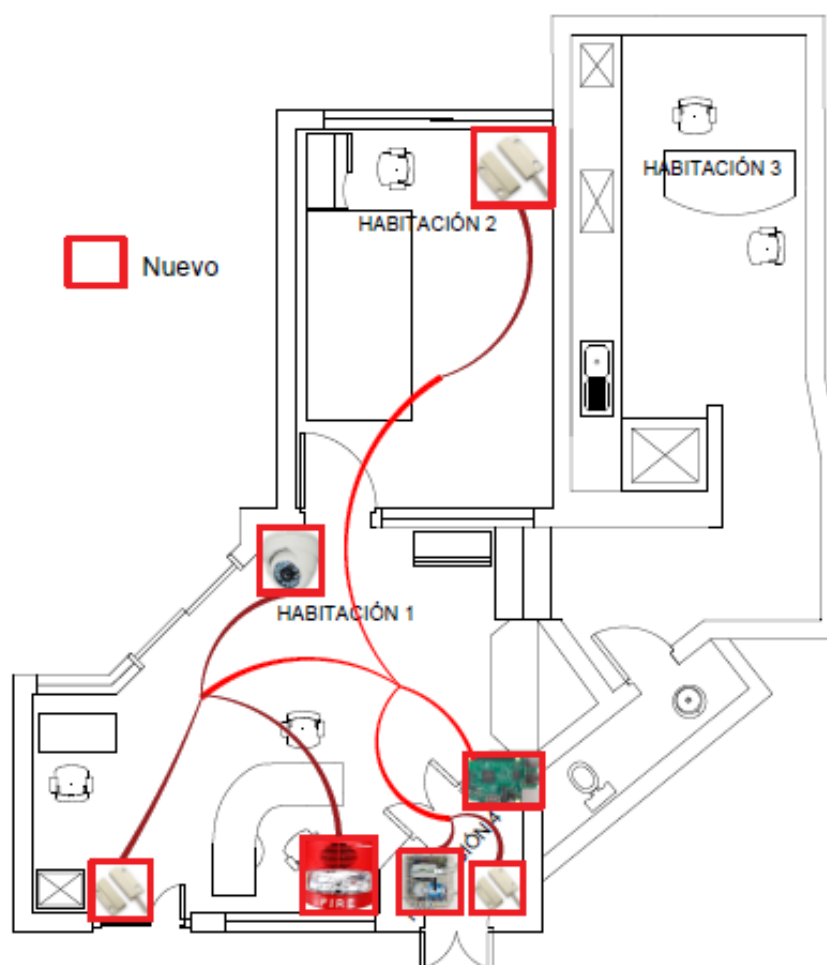


Diseño del circuito de control de temperatura con el sensor LM35 para la activación del calefactor,
Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.6 Desarrollo de la seguridad

En el desarrollo de la seguridad en la Figura 4.16 se observa los elementos a implementarse en la oficina, donde se tiene en cuenta los siguientes aspectos que son sensores magnéticos de las ventanas y puertas, cámara de seguridad, clave de acceso para ingresar al sitio web, alarma de luz estroboscópica con sirena, que se detallara a continuación cada uno de estos:

Figura 4.16 Dispositivos y elementos de seguridad a implementarse



Distribución de los dispositivos y elementos de seguridad que se implementaran en la Oficina,
Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.6.1 Sensores magnéticos

Para la tener un control de seguridad de puertas y ventanas se usó el sensor MC-38 como se muestra en la Figura 4.17 este sensor posee un imán y un sensor que abren o cierran el circuito si están cerca uno del otro.

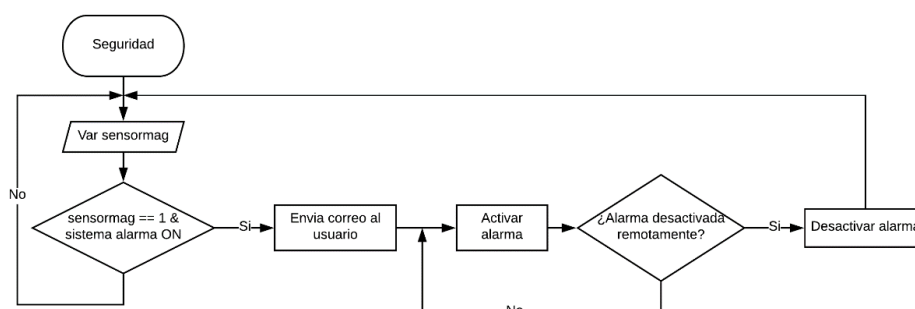
Figura 4.17 Sensor MC-38



Sensor magnético para puertas y ventanas, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

El funcionamiento del control de seguridad se basa en el diagrama de flujo de la Figura 4.18 indicando la activación del sistema de alarma, si este se activa enviará un correo al usuario.

Figura 4.18 Diagrama de flujo para la seguridad



Funcionamiento automático de seguridad, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.6.2 Cámara de seguridad

Para la implementación de la cámara de seguridad se usó la cámara 3S N9073 indicada en la Figura 4.19, debido a sus prestaciones que se adaptan a las necesidades de la oficina, se ubica en la habitación principal donde se puede monitorear a tiempo real el ingreso de clientes.

Figura 4.19 Cámara 3S N9073



Cámara de seguridad tipo domo, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7 Diseño de la página web

El diseño de la página web se realiza una interfaz amigable como se indica en la Figura 4.20, el cual permite acceder a los diferentes controles desarrollados en los puntos anteriores. Es una página web responsive, es decir que la visualización del entorno se adapta en diferentes dispositivos, como en un computador, tablet, celular, etc. En este punto se describe cada uno de los ítems de la página principal.

Figura 4.20 Diseño página web



Menú principal, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7.1 Temperatura

En la Figura 4.21 se visualiza los controladores de la habitación uno y tres permitiendo indicar la temperatura de actual de las habitaciones, el cual consta de tres botones para cada habitación (apagado general, encendido del sistema automático y encendido del calefactor manual). También consta de botones que permite regresar al menú principal y actualizar la página.

Figura 4.21 Menú de temperatura

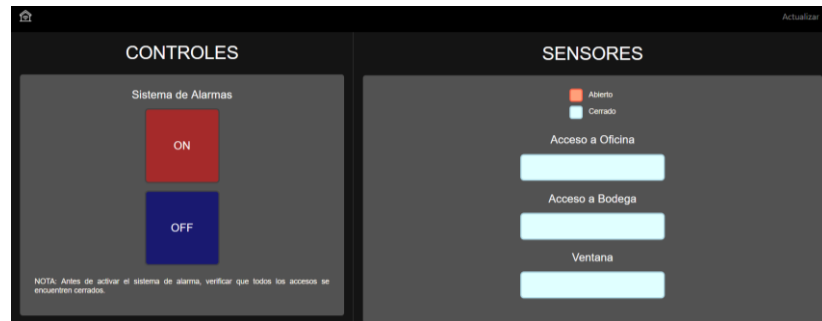


Interfaz de la temperatura, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7.2 Seguridad

En la Figura 4.22 se visualiza el sistema de alarma con dos botones para el encendido y apagado del sistema de seguridad, además consta de indicadores para los sensores magnéticos ubicados en los accesos principales de la oficina. También consta de botones que permite regresar al menú principal y actualizar la página.

Figura 4.22 Menú de seguridad



Interfaz de la seguridad, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7.3 Cámara

Al ingresar a cámara a través del menú principal se puede monitorear la habitación principal como se puede ver en la Figura 4.23, con las diferentes prestaciones que brinda el propio modelo empleado.

Figura 4.23 Página de la cámara.



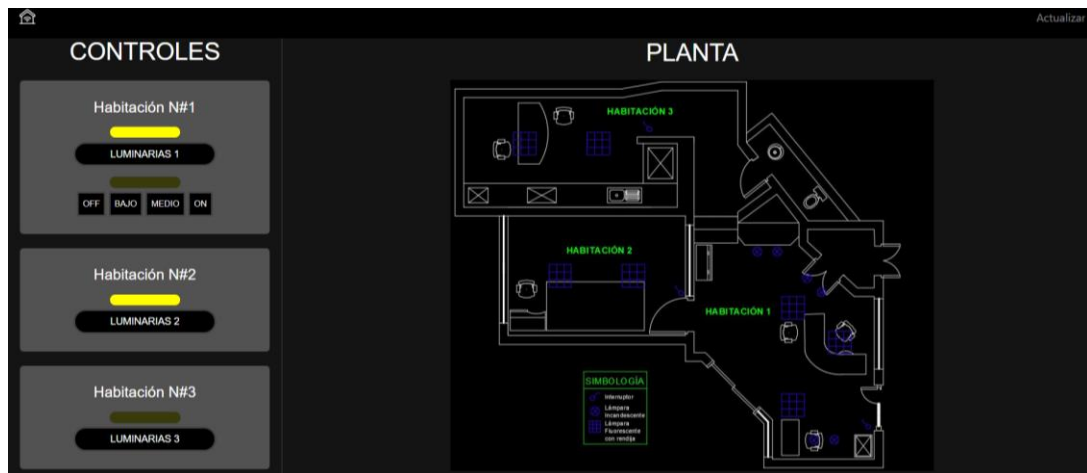
Interfaz de la cámara de seguridad, A Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7.4 Luminarias

En la Figura 4.24 se visualiza la identificación de las habitaciones de la oficina con su respectiva ubicación de las luminarias, cada indicador se encenderá cuando las luminarias estén encendidas sin importar que hayan sido accionadas remota o

físicamente, además en la habitación uno consta de cuatro botones que permiten regular la intensidad de luz para las bombillas incandescentes. También consta de botones que permite regresar al menú principal y actualizar la página.

Figura 4.24 Menú de luminarias



Interfaz de las luminarias, Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

4.7.5 Consumo Energético

Al acceder al consumo energético se descarga el archivo Excel mencionado en el apartado 4.3.3.

CONCLUSIONES

Nuestro sistema inmótico se basa en las características SaaS, debido a que en este servicio *cloud* la empresa Ocrimag solo está encargada de ejecutar la aplicación o el software a través de la web, mientras que nosotros como proveedores estamos encargados del mantenimiento del hardware y el desarrollo del software, de esta manera se brinda una gestión remota accediendo desde cualquier parte del mundo por el nombre del dominio.

Se ha revisado diversas técnicas de control necesarias para el desarrollo del sistema inmótico. La más idónea que se optó para controlar el sistema automático de temperatura es el control por eventos y por histéresis, ya que evita o disminuye considerablemente la cantidad de conmutaciones innecesarias de los actuadores haciendo de esta manera más eficiente que un control de temperatura tradicional, conservando así la vida útil de los actuadores.

En definitiva, cabe mencionar que un evento es considerado como un cambio de estado que permite realizar la siguiente acción de control de temperatura, permitiendo así desarrollar los diseños de la plataforma inmótica. En este sistema basado por eventos es la ocurrencia de un evento que decide cuando se debe muestrear la señal de temperatura, en lugar del paso del tiempo. La naturaleza del evento puede variar, por ejemplo, podría ser que la señal medida cruza un cierto límite, o en este caso es el error calculado que dependiendo de la magnitud decidirá el intervalo de muestreo variable en el algoritmo de control automático de temperatura.

Cumpliendo con el propósito de diseñar un sistema inmótico, se utilizó una tarjeta controladora Raspberry Pi y placas de control elaboradas para los diferentes sistemas, que permiten trabajar con software libre de tal forma que los sistemas de control en general sean adaptables, escalables y de bajo costo, con el fin de brindar servicios de confort, seguridad y gestión energética por medio del control manual y remoto a través del sitio web que posee una interfaz amigable con el usuario.

De acuerdo con la propuesta de diseño de seguridad se implementó el 80% ya que se realizó la implementación de sensores magnéticos para la ventana y puertas, cámara a

tiempo real y la sirena, lo cual brinda mayor seguridad ya que el sistema realizado informa que el acceso fué activado por medio del envío del correo y el accionamiento del sistema de alarma. El 20% de la propuesta de diseño no se implementó debido que en las demás habitaciones no era necesario la implementación de cámaras.

Por otra parte, del diseño de la gestión energética se implementó el 50% de la propuesta del diseño debido a que se realizó la gestión remota y manual de las luminarias llegando a saber un aproximado del consumo energético mensual de las luminarias y el otro 50% restante corresponde al consumo de las cargas de equipos que no fue necesario implementar.

Respecto al diseño de confort se implementó el 60%, ya que en sí, en un inicio carecían de cualquier tipo de sistema para esta necesidad, se tuvo en cuenta para el control de la temperatura permitiendo la activación del calefactor, mantener a una temperatura constante y contar con un registro de la temperatura de las habitaciones; y a su vez se debe tomar en cuenta una sensación de confort de los que conforman la empresa al saber que la oficina está más segura, semiautomatizada, además de una interfaz amigable del sitio web para realizar el control remoto. Y el 40% no se realizó la implementación de persianas, ventilación y pantalla de la propuesta del diseño.

Con el sistema de organización KNX permite facilitar la ubicación de los elementos y dispositivos dentro de la oficina, así si un elemento llega a fallar por medio de las direcciones señaladas se puede detectar rápidamente. Su estructura y organización es jerárquica por las direcciones que están diseñadas por 3 cifras separadas. Estas indican el área (habitación), gestión de servicio y el número de dispositivo dentro del área, con el fin de identificar y reconocer la funcionalidad que tiene cada objeto dentro de la oficina.

RECOMENDACIONES

En los diseños de los circuitos de control encargados de los distintos sistemas de la plataforma, es necesario incluir una etapa de protección, para que en el caso de que existiera una sobrecarga, la etapa mencionada se vea afectada, mas no, los componentes electrónicos conectados a está.

La ubicación de los sensores de temperatura se los situó en la parte superior ya que el aire como es ligero tiende a ascender y a su vez calienta el aire del ambiente y así se puede medir la temperatura del ambiente para el funcionamiento del calefactor.

Si se desea tener el costo total del consumo energético de la oficina, se recomienda realizar un estudio y monitoreo de las cargas de todos los equipos que posee la empresa, de esta manera poder tener un mayor control del consumo y reducir el costo, evitando que grandes cargas se encuentren activas por tiempos innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Ainoa, C. L. (2017). *Cloud: Herramientas para Trabajar en la Nube* (Primera ed.). Madrid: ICB. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=cBUwDwAAQBAJ&lpg=PP1&dq=servicios%20cloud&pg=PT14#v=onepage&q&f=false>
- Alonso, N. (2013). *Redes de comunicaciones Industriales*. (Konnex, Trad.) Madrid: UNED. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.ups.edu.ec:2619/lib/bibliotecaupssp/reader.action?docID=3216642&query=knx>
- Aranda, A., Barrio, F., Garcia, P., & Alcalde, E. (2014). *Sistemas de Gestion de la Energia ISO 50001* (Primera ed.). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=v4IQDQAAQBAJ&lpg=PA1&dq=gestion%20energetica&pg=PA6#v=onepage&q=gestion%20energetica&f=false>
- Bermúdez, J., & Navas, M. (2013). *Montaje en instalaciones domóticas en edificios* (Primera ed.). Málaga: iceditorial. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.ups.edu.ec:2619/lib/bibliotecaupssp/reader.action?ppg=119&docID=4184094&tm=1525236368583>
- Caiza, G., & García, M. (Julio de 2017). Implementación de sistemas distribuidos de bajo costo bajo norma IEC-61499, en la estación de clasificación y manipulación del MPS 500. *INGENIUS*, 3-7. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/318118270_Implementacion_de_sistemas_distribuidos_de_bajo_costo_bajo_norma_IEC-61499_en_la_estacion_de_clasificacion_y_manipulacion_del_MPS_500?fbclid=IwAR3518CUvsI0GqesyGQuZ7kZUO9toUKXfme1gtnsALu8LT3D7wPLT4E_ZuU
- Castro, M., Diaz, G., Mur, F., Fernandez, R., & Ruiz, E. (2007). *Comunicaciones Industriales: Sistemas Distribuidos y Aplicaciones* (Primera ed.). Madrid: UNED. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.ups.edu.ec:2619/lib/bibliotecaupssp/reader.action?ppg=286&docID=3198996&tm=1525239930589>

- CEDOM. (2018). *CEDOM*. Recuperado el 3 de Abril de 2018, de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-inmotica>
- Corona, G., Abarca, G., & Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores* (Primera ed.). México, México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://books.google.com/books?id=wMm3BgAAQBAJ&lpg=PP1&dq=sensores%20y%20actuadores&pg=PP1#v=onepage&q=sensores%20y%20actuadores&f=false>
- Fernandez, J. R. (2012). *Instalaciones Domóticas* (Primera ed.). Madrid: Paraninfo. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=t-HOmBoACToC&lpg=PA2&dq=automatizar%20vivienda&pg=PA2#v=onepage&q=automatizar%20vivienda&f=false>
- Galetto, A. (2018). Recuperado el 4 de Julio de 2018, de https://www.jmi.com.mx/documento_literatura/Dispositivos-control-temperatura.pdf.
- Gallardo, S. (2013). *Configuración de instalaciones domóticas y automáticas* (Primera ed.). Madrid: Paraninfo. Obtenido de Configuración de instalaciones domóticas y automáticas
- Geekytheory. (s.f.). Obtenido de <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-crear-servidor-web>
- Guerrero, R. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas domóticos e inmóticos* (Primera ed.). Málaga: iceditorial. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.ups.edu.ec:2619/lib/bibliotecaupssp/reader.action?ppg=51&docID=5350044&tm=1525234908986>
- Jiménez, J. G. (2015). *Instalación y puesta en marcha de sistemas domóticos e inmóticos*. Malaga: IC Editorial. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=M2VNDwAAQBAJ&lpg=PT8&dq=gestion%20energetica%20en%20inmotica&pg=PT3#v=onepage&q&f=false>
- Lombardero, L. (2015). *Trabajar en la era digital* (Primera ed.). Madrid, España: LIDeditorial. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=cZGQCgAAQBAJ&lpg=PT7&dq=lombardero%20trabajar%20en%20la%20era%20digital%20iaas&pg=PT8#v=onepage&q=lombardero%20trabajar%20en%20la%20era%20digital%20iaas&f=false>

- Microchip Technology, I. (2008). *MicroChip*. Obtenido de <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/MCP3008.pdf>
- Nguyen, N. (2018). *Manual de seguridad cibernética esencial* (Primera ed.). EEUU. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=IUJKDwAAQBAJ&lpg=PT102&dq=Essential%20Cyber%20Security%20Handbook%20ciudad&pg=PP1#v=onepage&q=Essential%20Cyber%20Security%20Handbook%20ciudad&f=false>
- Oshana, R., & Kraeling, M. (2013). *Software Engineering for Embedded Systems* (Primera ed.). Amsterdam: Elsevier. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=qNrl7xV2nxkC&lpg=PP1&dq=software%20engineering%20for%20embedded%20systems&pg=PR4#v=onepage&q=software%20engineering%20for%20embedded%20systems&f=false>
- Pawlowski, A., Guzman, J., Rodríguez, F., & Berenguel, M. (2013). *Control Basado en Eventos de la Temperatura de un Invernadero*. Paper, Departamento Informática y Automática, Madrid. Recuperado el 4 de Marzo de 2018, de <http://intranet.ceautomatica.es/old/actividades/jornadas/XXIX/pdf/219.pdf>
- Pillajo, C. (2017). *Wireless Network Control Systems*. Medellín: Repositorio Institucional UPB. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3111>
- Raspberry, P. (2016). *Raspberrypi.org*. Recuperado el 5 de Julio de 2018, de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>
- Rodríguez, J. (2012). *Instalaciones Domóticas en Edificios* (Primera ed.). Madrid: Paraninfo. Obtenido de <https://books.google.com/books?id=t-HOmBoACToC&lpg=PP1&dq=Instalaciones%20Dom%C3%B3ticas%20en%20Edificios&pg=PP1#v=onepage&q=Instalaciones%20Dom%C3%B3ticas%20en%20Edificios&f=false>
- USERS, S. (2014). *Electrónica- plataformas Arduino y Raspberry Pi*. Buenos Aires: RedUSERS. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=QDS5DQAAQBAJ&lpg=PA2&dq=Electr%C3%B3nica-%20plataformas%20Arduino%20y%20Raspberry%20Pi&hl=es&pg=PA2#v=onepage&q=Electr%C3%B3nica-%20plataformas%20Arduino%20y%20Raspberry%20Pi&f=false>

ANEXOS

ANEXO 1: Levantamiento inicial del sitio

SEGURIDAD Y ACCESO	
¿Existe personal de seguridad permanente?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
¿El sitio se encuentra en un lugar de alta peligrosidad?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
¿Se requieren llaves de acceso?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se requiere tarjeta magnética?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿El sitio cuenta con iluminación interior y exterior para trabajos nocturnos?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

ANEXO 2: Reconocimiento del lugar a aplicar el TSS

Habitación 1

La primera habitación es el espacio principal, donde se realiza la atención del cliente, los diseños.



Elaborado por: Katherine Aguirre y Gandhi Játiva

Habitación 2

La habitación 2 es el taller, donde se realizan los cortes, instalación de roll up, cortes de lona, entre otros.



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Habitación 3

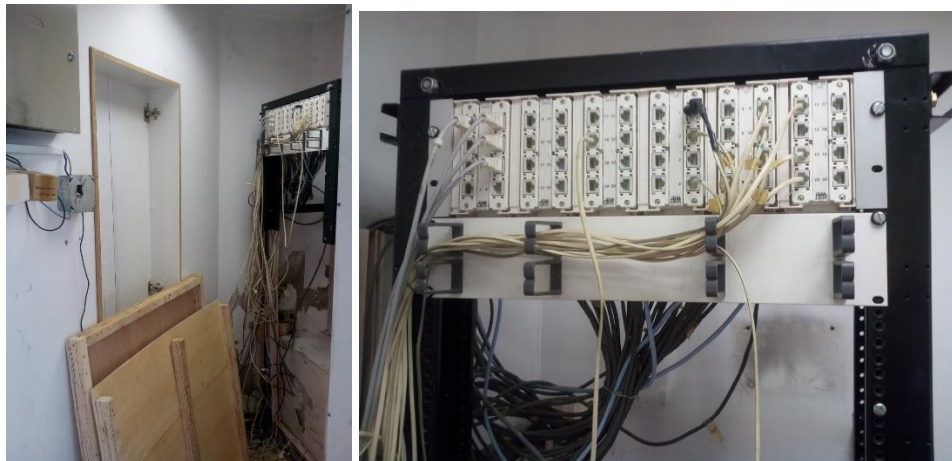
La habitación 3 es la sala de reuniones.



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Habitación 4

La habitación 4 es donde se encuentran los equipos de seguridad y energía. Inicialmente existiendo irregularidades en el orden, cableado, sin etiquetas en los cables de red.



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

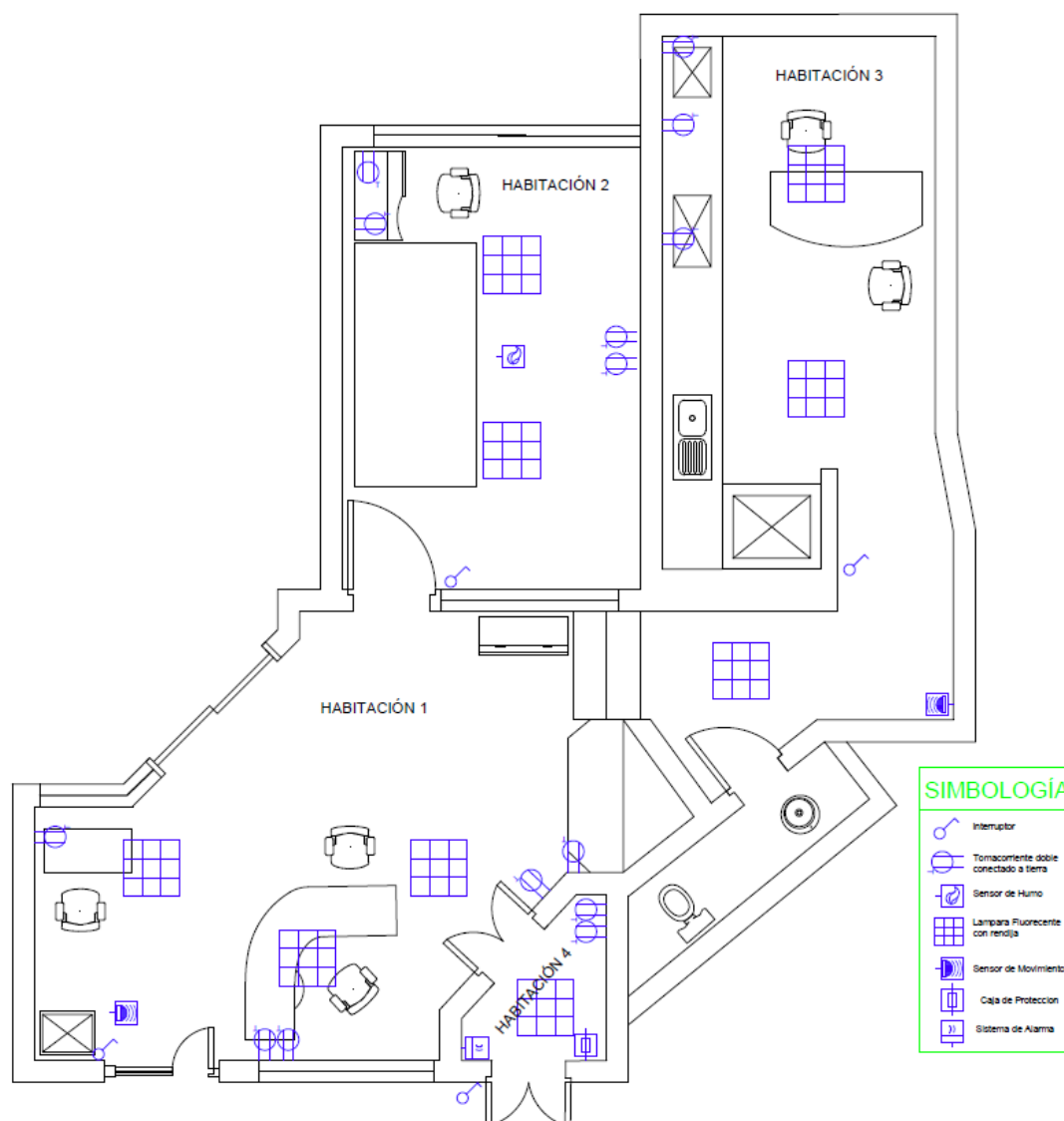
ANEXO 3: Infraestructura del sitio

La oficina consta de cuatro habitaciones que se van a describir a continuación:

INFRAESTRUCTURA				
	HABITACIÓN 1	HABITACIÓN 2	HABITACIÓN 3	HABITACIÓN 4
TIPO DE PARED				
Concreto	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Madera	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Vidrio	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Otros	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
TIPO DE PISO				
Baldosa	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Flotante	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Parquet	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Madera	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
TIPO DE ILUMINACIÓN				
Incandescente	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Fluorescente	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Led	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
TIPOS DE SENSORES				
Movimiento	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Humo	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Luminosidad	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Temperatura	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Humedad	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Gas	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
TIPO DE TECHO				
Madera	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Concreto	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
TIPO DE VENTANA				
Fija	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Batiente	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Corredera	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
TIPO DE CERRADURA DE LAS PUERTAS				
Digitales	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Multipunto	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Cilíndrica	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
VENTILACIÓN	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
PUNTOS DE ENERGÍA				
Tomacorrientes	5	4	3	
Interruptores	1	1	1	1
TEMPERATURA	20°C	20°C	20°C	20°C
VOLTAJE	120V	120 V	120 V	120

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

ANEXO 4: Planos eléctrico general



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

ANEXO 5: Códigos de programación

La programación en Python se realiza a través de los softwares libres que proporciona el mismo sistema operativo Raspbian.

a) Temperatura

Código de programación de temperatura para la habitación uno y tres, usando lenguaje de programación Python.

- Calefactor encendido

```
tempOnh1.py*  # X tempOffh1.py*  temper
1  import RPi.GPIO as GPIO
2  GPIO.setwarnings(False)
3  GPIO.setmode(GPIO.BCM)
4  ac_h1 = 5
5  GPIO.setup(ac_h1, GPIO.OUT)
6  GPIO.output(ac_h1, True)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Calefactor apagado

```
tempOnh1.py*  tempOffh1.py*  # X  temper
1  import RPi.GPIO as GPIO
2  GPIO.setwarnings(False)
3  GPIO.setmode(GPIO.BCM)
4  ac_h1 = 5
5  GPIO.setup(ac_h1, GPIO.OUT)
6  GPIO.output(ac_h1, False)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Control de temperatura automático

```
if hora1 >= 7 and hora1 <= 17:
    print ("encendido")

while True:
    temp1 = calc_temp(cru_h1)
    setpoint1 = 24 #centigrados
    error = abs(temp1 - setpoint1)
    if error == 0 :
        error = 60

    muestreo = (3*15)/error

    osh1 = 3 + setpoint1 #overShoot
    ush1 = setpoint1 - 3 #underShoot

    if temp1 >= osh1:
        GPIO.output(ac_h1, False)
    if temp1 <= ush1:
        GPIO.output(ac_h1, True)

    archivo1 = open("/var/www/html/temperatura/t1.txt","w")
    archivo1.write("t1"+str((temp1)))
    archivo1.close()

    time.sleep(muestreo) #control basado en eventos
else :
    GPIO.output(ac_h1, False)
    print ("apagado")
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

b) Seguridad

Código de programación de seguridad de los sensores magnéticos para los principales accesos de la oficina como las puertas y ventanas, usando el lenguaje de programación Python.

- Activación de sensores

```
while seguridad == "OK":

    s1 = GPIO.input(habitacion1)
    s2 = GPIO.input(habitacion2) * 10
    s4 = GPIO.input(habitacion4) * 100

    valor = s1 + s2 + s4

    if aux!= valor:
        archivo = open("/var/www/html/seguridad/sen.txt","w")
        archivo.write("h"+str((valor)))
        archivo.close()
        print(valor)
    aux = valor

    if s1 != 1 :
        seguridad = "rota"
        GPIO.output(alerta, True )
        print ("ENCENDIDA ALARMA")
        mmmail.enviarh1()

    if s2 != 10 :
        seguridad = "rota"
        GPIO.output(alerta, True )
        print ("ENCENDIDA ALARMA")
        mmmail.enviarh2()

    if s4 != 100 :
        seguridad = "rota"
        GPIO.output(alerta, True )
        print ("ENCENDIDA ALARMA")
        mmmail.enviarh4()

    sleep(2)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Desactivación de sensores

```
GPIO.setup(alerta, GPIO.OUT) #ALERTA
GPIO.output(alerta, False)

while seguridad == "OK":

    s1 = GPIO.input(habitacion1)
    s2 = GPIO.input(habitacion2) * 10
    s4 = GPIO.input(habitacion4) * 100

    valor = s1 + s2 + s4

    if aux!= valor:
        archivo = open("/var/www/html/seguridad/sen.txt","w")
        archivo.write("h"+str((valor)))
        archivo.close()
        print(valor)
    aux = valor

    sleep(2)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Envío de alerta al correo

```
from smtplib import SMTP
def enviarh1():
    servidor = SMTP()
    servidor.connect('smtp.gmail.com', 587)
    servidor.starttls()
    servidor.login("inmotica2018gk@gmail.com", "tesisgk2018")
    msg = "Alerta, Se ha activado el sistema de alarma por la apertura de uno de los sensores magneticos instalados en los accesos de la oficina, acceso puerta principal."
    servidor.sendmail("inmotica2018gk@gmail.com", "gandhijativa@gmail.com", msg)
    servidor.sendmail("inmotica2018gk@gmail.com", "ocrimag@yahoo.es", msg)
    servidor.sendmail("inmotica2018gk@gmail.com", "kathel1705@hotmail.com", msg)
    servidor.quit()
print ("Correo Enviado")
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

c) Cámara

Para el ingreso de la cámara de seguridad se usó el siguiente comando en lenguaje de programación HTML.

```
index.html  [icon] [x]
59          <section class="col-sm-12 col-md-6 col-lg-4 cuadros">
60              <a class="navbar-brand text-center" href="http://192.168.1.9">
61                  <h1 class="titulo-blanco opacidad">Cámara</h1>
62                  
63              </a>
64          </section>
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

d) Luminarias

Código de programación de las luminarias para las tres habitaciones y control de intensidad por niveles la habitación uno y la programación del NCV, con lenguaje de programación en Python.

- Encendido de luminarias

```
prende1.py*  [icon] [x]  on.py  off.py  medio
1  import RPi.GPIO as GPIO
2  GPIO.setwarnings(False)
3  GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
4  GPIO.setup(11, GPIO.OUT)
5  GPIO.output(11, True)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Apagado de luminarias

```
apaga1.py*  [icon] [x]  index.html
1  import RPi.GPIO as GPIO
2  GPIO.setwarnings(False)
3  GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
4  GPIO.setup(11, GPIO.OUT)
5  GPIO.output(11, False)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Dimmer

```
1 import RPi.GPIO as GPIO
2 import time
3
4 global dimming
5 global moc
6
7 moc = 12          #Salida al moc
8 interrupcion = 16 #Entrada del cruce por cero
9 dimming = 50
10
11 GPIO.setwarnings(False)
12 GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
13 GPIO.setup(moc, GPIO.OUT)
14 GPIO.setup(interrupcion, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
15
16 def zero_cross_int(channel):
17     dimtime = (65*dimming)
18     time.sleep(dimtime/1000000.0)
19     GPIO.output(moc, True)
20     time.sleep(8.33/1000000.0)
21     GPIO.output(moc, False)
22
23 GPIO.add_event_detect(interrupcion,GPIO.RISING,callback=zero_cross_int, bouncetime=7)
24
25 try:
26     while True:
27         for i in range (5,100):
28             dimming = i
29             time.sleep(100/1000.0)
30
31 except KeyboardInterrupt:
32     GPIO.cleanup()
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- NCV

```
if nvch1 == 1 and auxPrimerDato1 == 5 :
    auxPrimerDato1 = 10
    auxUltimoDato1 = 5
    fecha1h1 = datetime.now()
    horaOnh1 = time.strftime("%H:%M:%S") #Formato de 24 horas
    fechaOnh1 = time.strftime("%d/%m/%y")
    print ("ENCENDIDO")

if nvch1 ==0 and auxUltimoDato1 == 5 :
    auxUltimoDato1 = 10
    auxPrimerDato1 = 5
    horaOffh1 = time.strftime("%H:%M:%S") #Formato de 24 horas
    fecha2h1 = datetime.now()
    diferenciah1 = fecha2h1 - fecha1h1
    horash1 = diferenciah1.seconds/float(3600)
    potenciah1 = 180
    consumoh1 = (potenciah1 * horash1)/float(1000) #resultado en KWH
    costo = consumoh1 * 0.08
    encabezado = ['Fecha', 'Habitacion', 'Hora Encendido', 'Hora Apagado', 'Consumo (KWH)', ' $ Costo']
    myData = [fechaOnh1, 'habitacion1', horaOnh1, horaOffh1, consumoh1, costo]
    print ("Entre las 2 fechas hay ", diferenciah1.seconds, "seg.")
    print (horash1)
    print (consumoh1)
    workbook = xlrd.open_workbook('/var/www/html/consumo.xls' , 'a')
    sheet = workbook.sheet_by_index(0)
    data1 = copiar(0)
    data2 = copiar(1)
    data3 = copiar(2)
    data4 = copiar(3)
    data5 = copiar(4)
    data6 = copiar(5)
    workbook = xlwt.Workbook()
    sheet = workbook.add_sheet('Calculo Consumo', cell_overwrite_ok=True)
    pegar (0, data1)
    pegar (1, data2)
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Consumo energético

Para el ingreso del archivo en Excel del consumo energético se usó el siguiente comando en lenguaje de programación HTML.

```
index.html  [icon] [X]
72          <a class="navbar-brand text-center" href="consumo.xls">
73          <h1 class="titulo-blanco opacidad">Consumo Energético</h1>
74          
75          </a>
```

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

ANEXO 6: Implementación

En este punto se mostrará los elementos y dispositivos ubicados en las respectivas habitaciones que se adaptan a las necesidades requeridas por la empresa.

a) Temperatura

- Ubicación de elementos de temperatura para la habitación principal



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

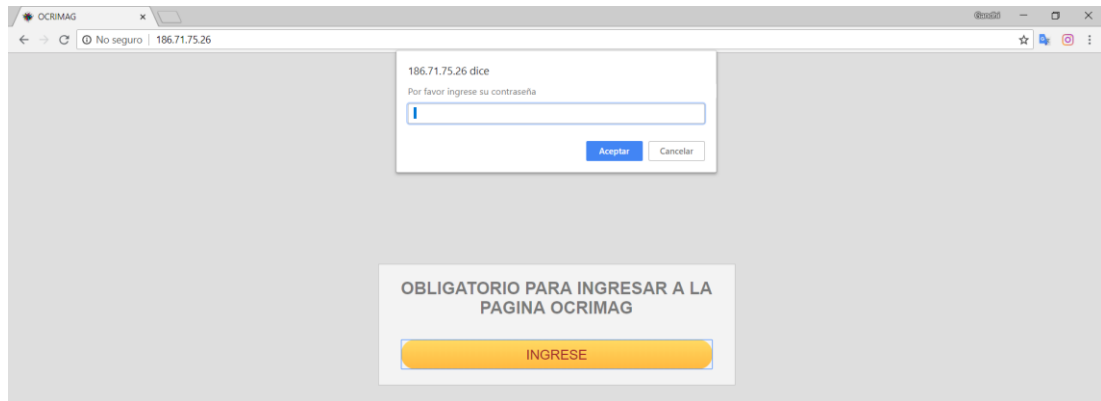
- Ubicación de elementos de temperatura para la habitación 3



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

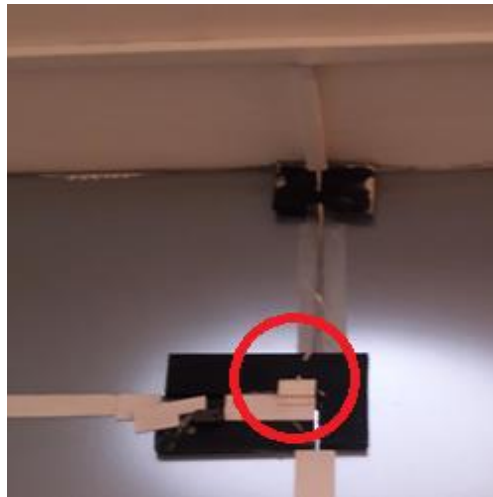
b) Seguridad

- Seguridad de la página principal del sitio web



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Ubicación de sensores magnéticos en la puerta principal



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Ubicación de sensores magnéticos en la puerta de la habitación 4



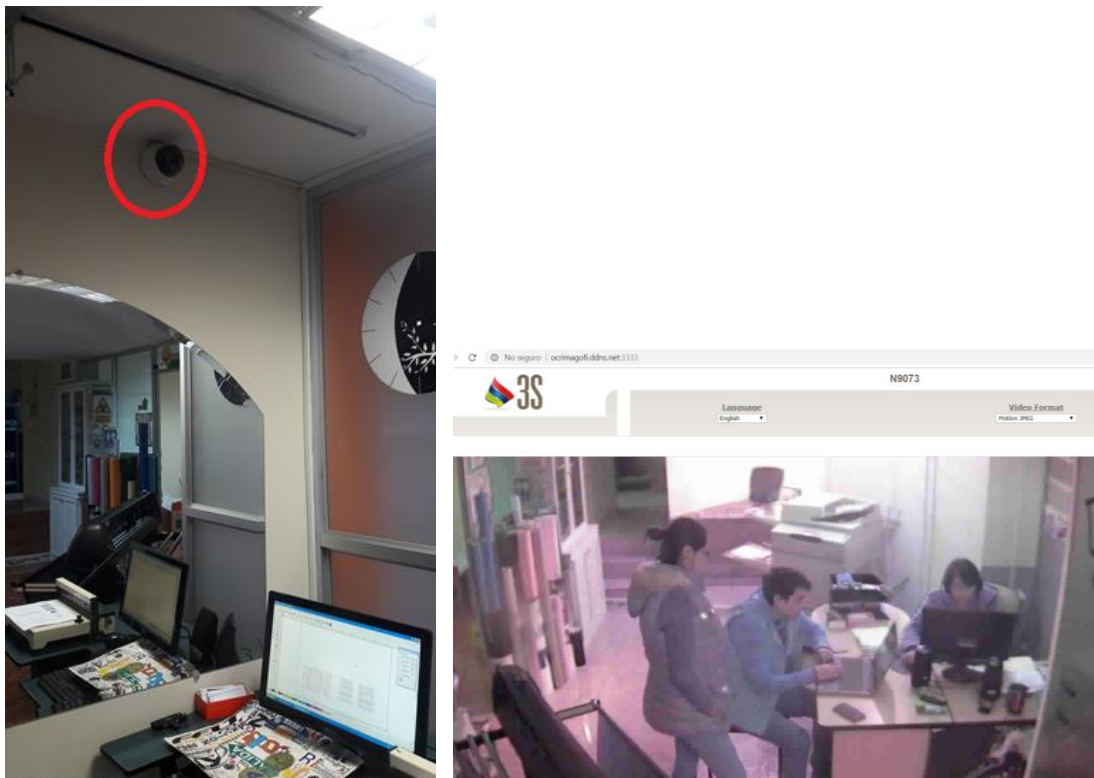
Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- **Ubicación de sensores magnéticos en la ventana de la habitación 2**



Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

c) Cámara

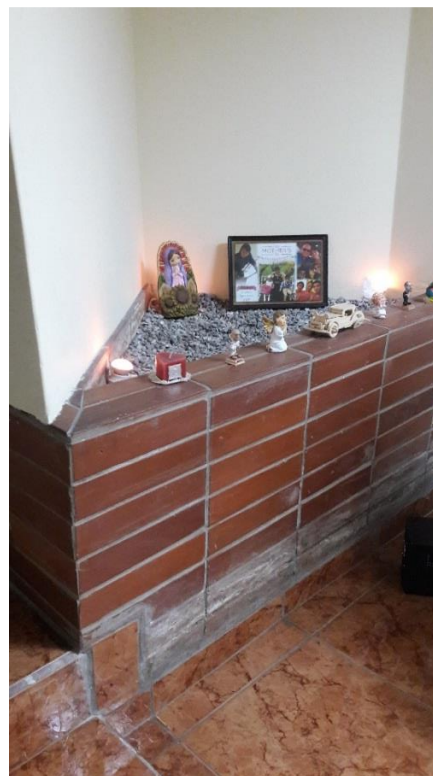


Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

d) Luminarias

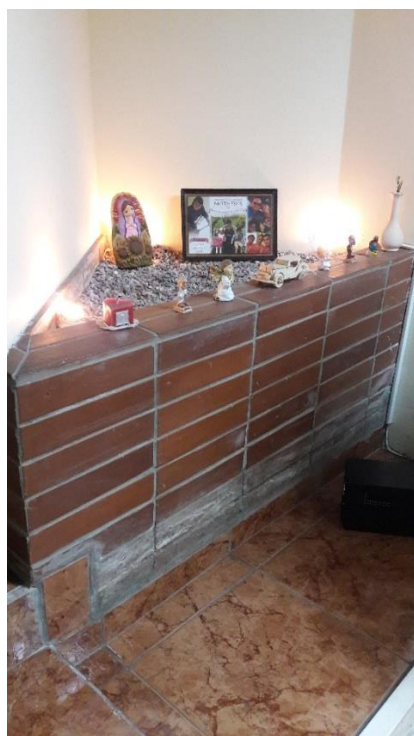


OFF



BAJO

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre



MEDIO



ON

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

e) Registros

- Consumo

Fecha	Habitacion	Hora Encendido	Hora Apagado	Consumo (KWH)	\$ Costo
22/10/18	habitacion2	14:33:28	14:34:24	0.00248889	0.000199111
22/10/18	habitacion2	14:38:02	14:38:12	0.000444444	3.55556E-05
09/10/18	habitacion2	14:32:08	14:32:22	0.000622222	4.97778E-05
09/10/18	habitacion1	12:34:28	14:40:00	0.502133333	0.040170667
09/10/18	habitacion1	14:40:02	14:40:52	0.003333333	0.000266667
09/10/18	habitacion1	14:40:54	14:40:56	0.000133333	1.06667E-05
09/10/18	habitacion1	14:40:59	14:41:01	0.000133333	1.06667E-05
09/10/18	habitacion1	14:41:05	14:41:09	0.000266667	2.13333E-05
09/10/18	habitacion1	14:41:11	14:41:45	0.002266667	0.000181333
09/10/18	habitacion1	14:41:55	14:41:57	0.000133333	1.06667E-05
09/10/18	habitacion1	14:41:59	14:42:01	0.000133333	1.06667E-05
09/10/18	habitacion1	14:42:07	14:45:45	0.014533333	0.001162667
09/10/18	habitacion1	14:46:03	14:47:33	0.006	0.00048
09/10/18	Dimmer	14:47:39	14:49:01	0.005466667	0.000437333
09/10/18	Dimmer	14:48:25	14:49:15	0.001666667	0.000133333
09/10/18	habitacion1	14:51:26	14:52:20	0.0006	0.000288
09/10/18	Dimmer	14:52:32	14:52:36	0.000133333	1.06667E-05
09/10/18	habitacion1	14:52:22	14:53:04	0.0028	0.000224
09/10/18	Dimmer	14:53:20	14:53:42	0.000733333	5.86667E-05
09/10/18	habitacion1	14:53:14	14:58:48	0.022133333	0.001770667
09/10/18	habitacion1	14:58:48	15:01:00	0.0088	0.000704
09/10/18	Dimmer	15:01:09	15:01:17	0.000266667	2.13333E-05
09/10/18	habitacion1	15:01:03	15:01:31	0.001866667	0.000149333
09/10/18	Dimmer	15:01:29	15:01:51	0.0004	0.00032
09/10/18	Dimmer	15:02:17	15:02:27	0.000333333	2.66667E-05
09/10/18	Dimmer	15:07:57	15:08:03	0.0002	0.000016
09/10/18	Dimmer	15:08:07	15:08:15	0.000266667	2.13333E-05
09/10/18	habitacion3	14:32:22	15:22:48	0.134488889	0.010759111
09/10/18	habitacion3	15:22:52	15:22:54	8.88889E-05	7.11111E-06
09/10/18	habitacion3	15:23:06	15:23:10	0.000177778	1.42222E-05
09/10/18	habitacion3	15:23:13	15:23:27	0.000622222	4.97778E-05
Calculo Consumo		45:03:06	45:03:34	0.00089E-05	3.44444E-06

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Temperatura

Fecha	Hora	Habitación1	Habitación3
22/10/18	08:15:00	20.64516129	21.61290323
22/10/18	15:00:03	21.93548387	21.93548387
22/10/18	08:45:03	20.64516129	21.29032258
22/10/18	09:00:00	20.96774194	21.61290323
22/10/18	09:15:02	20.64516129	21.61290323
22/10/18	09:30:04	20.96774194	21.61290323
22/10/18	09:45:00	20.32258065	21.61290323
22/10/18	10:00:02	20.96774194	21.61290323
22/10/18	10:15:04	20.96774194	21.61290323
22/10/18	10:30:00	20.96774194	21.93548387
22/10/18	10:45:04	20.96774194	21.61290323
22/10/18	11:00:00	21.29032258	21.93548387
22/10/18	11:15:02	20.96774194	21.93548387
22/10/18	11:30:03	20.96774194	21.61290323
22/10/18	11:45:00	21.29032258	21.61290323
22/10/18	12:00:01	21.29032258	21.93548387
22/10/18	12:15:02	21.29032258	21.93548387
22/10/18	12:30:04	20.96774194	21.93548387
22/10/18	12:45:00	21.29032258	22.25808452
22/10/18	13:00:02	21.29032258	21.93548387
22/10/18	13:15:04	21.61290323	21.93548387
22/10/18	13:30:00	21.29032258	21.93548387
22/10/18	13:45:02	21.61290323	21.93548387
22/10/18	14:00:01	21.61290323	21.93548387
22/10/18	14:15:02	21.61290323	21.93548387
22/10/18	14:30:04	21.93548387	21.93548387

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

f) Borrado de registros

- Consumo

consumo (1) [Vista protegida] - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos Ayuda Equipo ¿Qué desea hacer? Computo

VISTA PROTEGIDA Tenga cuidado: los archivos de Internet pueden contener virus. Si no tiene que editarlo, es mejor que siga en Vista protegida. Habilitar edición

A1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3	Fecha	Habitación	Hora Encendido	Hora Apagado	Consumo (KWh)	\$ Costo										
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																

Calculo Consumo

Lista

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

- Temperatura

Temperatura (1) [Vista protegida] - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos Ayuda Equipo ¿Qué desea hacer? Computo

VISTA PROTEGIDA Tenga cuidado: los archivos de Internet pueden contener virus. Si no tiene que editarlo, es mejor que siga en Vista protegida. Habilitar edición

A1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3	Fecha	Hora	Habitación1	Habitación3												
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																

Temperaturas

Lista

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

ANEXO 7: Encuesta

PROPUESTA DE DISEÑO		
GESTIÓN	IMPLEMENTAR	RESPUESTA
Confort	Pantalla	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Temperatura	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Audio	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Persianas	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Ventilación	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Calefacción	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Gestión Energética	Luminarias	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Reporte de consumo estimado	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Registro de temperatura	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Seguridad	Cámara	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Sensor de movimiento	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Sensor magnético	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Detector de humo	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
	Alarma (Clave de Acceso)	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Sirenas de luz estroboscópica	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Alarma Estación Manual	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre

Satisfacción del usuario

La presente encuesta tiene como objetivo verificar y alcanzar la satisfacción del usuario a cerca del sistema inmótico implementado en la empresa OCRIMAG como proyecto de tesis.

¿Qué aspecto o aspectos han tenido más relevancia en su decisión de compra? *

- ☒ Bajo costo
- ☐ Calidad del producto
- ☐ Plazo de entrega
- ☒ Fiabilidad

En relación a las condiciones físicas de su puesto de trabajo (iluminación, temperatura, ventilación, seguridad, etc.) usted considera que éste es: *

- ☒ Muy Confortable
- ☐ Confortable
- ☐ Soportable
- ☐ Incómodo

¿Recomendaría a otras empresas o conocidos trabajar con nosotros? *

- ☒ Sí
- ☐ No

¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción con el servicio que le ofrecemos? *

- | | | | | | | |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Malo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | Bueno |

¿Con qué frecuencia utiliza la plataforma inmótica? *

- | | | | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Nunca | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | Siempre |

¿El reporte del consumo energético de luces, ayuda a sus finanzas? *

- ☒ Sí
- ☐ No

¿Brinda mayor seguridad los elementos añadidos al sistema de seguridad de su empresa? *

- ☒ Sí
- ☐ No

¿Cuál de los componentes de la plataforma inmótica utiliza más? *

- ☒ Seguridad
- ☐ Luminarias
- ☐ Temperatura
- ☐ Consumo Energético

Elaborado por: Gandhi Játiva y Katherine Aguirre